Juan Ignacio POZO

Teorías cognitivas del aprendizaje

Quinta edición

SEMINARIO INTERNACIONAL TEOLOGICO BAUTISTA
RAMON L. FALCON 4080

EDICIONES MORATA, S. L.
Fundada por Javier Morata, Editor, en 1920
C/ Mejía Lequerica, 12
28004 MADRID

© Juan Ignacio POZO MUNICIO

Primera edición: 1989
Reimpresión: 1993
Reimpresión: 1994
Reimpresión: 1996
Reimpresión: 1997

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

e-mail: morata@infornet.es
dirección en internet: http://www.edmorata.es

© EDICIONES MORATA, S. L. (1997)
Mejía Lequerica, 12. 28004 - Madrid

Derechos reservados
Depósito Legal: M-40.965-1997
ISBN: 84-7112-335-5

Compuesto por F. Arellano
Printed in Spain - Impreso en España

Imprime Closas-Orcoyen S. L. Paracuellos del Jarama. Madrid

Cubierta: Equipo Táramo

A mi madre, que, ajena a tantas disquisiciones psicológicas, siempre ha creído que un hijo es una categoría bien definida

CONTENIDO

Págs.

PREFACIO 11

AGRADECIMIENTOS 13

PRIMERA PARTE: LA PSICOLOGIA DEL APRENDIZAJE: DEL CONDUCTISMO A LA PSICOLOGIA COGNITIVA 15

CAPITULO PRIMERO: **Introducción** 17

CAPITULO II: **El conductismo como programa de investigación** 23

La revolución conductista y la consolidación del movimiento, 23.- *El núcleo central del programa conductista*, 25.- *La crisis del conductismo*, 30.- *El neoasociacionismo cognitivo*, 32.- *El conductismo en la actualidad*, 37.

CAPITULO III: **El procesamiento de información como programa de investigación** 39

Los orígenes de la nueva psicología cognitiva, 39.- *El núcleo central del procesamiento de información*, 42.- *El procesamiento de información como teoría de la mente*, 46.- *¿Puede el procesamiento de información proporcionar una verdadera teoría del aprendizaje?*, 50.- *Mecanicismo y organicismo en la psicología cognitiva: ¿divorcio o reconciliación?*, 56.

SEGUNDA PARTE: APRENDIZAJE POR ASOCIACION 61

CAPITULO IV: **Formación de conceptos artificiales** 63

Naturaleza y funciones de los conceptos, 63.- *Primeros estudios sobre la formación de conceptos: teorías conductistas clásicas*, 67.- *Teorías conductistas mediacionales*, 71.- *Teorías de la comprobación de hipótesis*, 75.- *Limitaciones de los estudios sobre formación de conceptos artificiales*, 87.

CAPITULO V: **Formación de conceptos naturales** 93

La familia de las teorías probabilísticas de los conceptos, 93.- *La teoría del prototipo de Rosch*, 95.- *La representación de los conceptos: ¿prototipos o ejemplares?*, 101.- *La adquisición de ejemplares y prototipos*, 103.- *Semejanzas entre los modelos de ejemplar y prototipo*, 108.- *Limitaciones de las teorías probabilísticas*, 108.

CAPITULO VI: **Teorías computacionales** 117

El auge de las teorías computacionales del aprendizaje, 117.- *Enfoque sintáctico: la teoría ACT de Anderson*, 119.- ACT como teoría general, 120.- Mecanismos del aprendizaje

en el ACT, 125.- Aplicación del ACT a la formación de conceptos, 129.- El ACT y «el escándalo de la inducción», 133.- *Enfoque semántico: la teoría de los esquemas,* 136.- La teoría general de los esquemas, 137.- Aprendizaje por modificación y generación de esquemas, 140.- ¿Cómo se forman los esquemas auténticamente nuevos?, 145.- *Enfoque pragmático: una teoría pragmática de la inducción,* 148.- La representación del conocimiento mediante modelos mentales, 149.- Aprendizaje por inducción pragmática, 152.- ¿Puede un sistema computacional funcionar pragmáticamente?, 156.- *Los límites del aprendizaje por asociación,* 158.

TERCERA PARTE: APRENDIZAJE POR REESTRUCTURACION 163

CAPITULO VII: **Teorías de la reestructuración** 165

De la asociación a la reestructuración: la paradoja del aprendizaje, 165.- *La* Gestait: *aprendizaje por* Insight, 170.- Pensamiento productivo y reproductivo, 171.- Reestructuración por *insight*, 172.- Experiencia previa e *insight*, 174.- Las condiciones del *insight*, 176 . *La teoría de la equilibración de Piaget,* 177.- Asimilación y acomodación, 178.- Respuesta a los conflictos cognitivos: la toma de conciencia, 182.- Los desequilibrios de la teoría de la equilibración, 187.- *La teoría del aprendizaje de Vygotskii,* 191.- La respuesta vygotskiana ante la escisión de la psicología: actividad y mediación, 192.- El origen de los significados: las relaciones aprendizaje/desarrollo, 196. Formación de conceptos espontáneos y científicos, 199. Los límites de una teoría inacabada, 205.- *La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel,* 209.- Aprendizaje memorístico y significativo, 210.- Las condiciones del aprendizaje significativo, 213.- Tipo de aprendizaje significativo, 215.- Aprendizaje significativo y reestructuración, 220.- *Los límites de las teorías organicistas: la reestructuración como un producto de la instrucción,* 222.

CAPITULO VIII: **Hacia una integración de asociación y reestructuración en la instrucción** . 225

Cambios cuantitativos y cualitativos en el aprendizaje, 225.- *Las diferencias en el conocimiento entre expertos y novatos,* 226.- Diferencias cuantitativas entre expertos y novatos, 228.- Diferencias cualitativas entre expertos y novatos, 231.- Reestructuración débil y fuerte, 238.- *Modelos de cambio conceptual en la instrucción,* 241.- Naturaleza de los conceptos espontáneos, 242.- Las condiciones del cambio conceptual, 243.- Un modelo de cambio conceptual, 244.- *Estrategias de enseñanza dirigidas al cambio conceptual,* 252.

BIBLIOGRAFIA 255

INDICE DE AUTORES 280

PREFACIO

Es sabido que en los últimos años se ha producido un importante cambio de orientación en la psicología científica. Tras un largo período de predominio de la psicología conductista, se está consolidando un nuevo enfoque conocido como «psicología cognitiva» cuya representación más clara es el «procesamiento de información», basado en una analogía entre el funcionamiento de la mente humana y los computadores digitales. Este cambio de orientación afecta a la mayor parte de los campos de investigación en psicología (memoria, atención, inteligencia etc., alcanzando incluso al estudio de la interacción social y de la emoción). Sin embargo, un repaso, aunque sea somero, de los textos al uso sobre *Psicología del Aprendizaje*, tanto en castellano como en otros idiomas, muestra que en el estudio del aprendizaje siguen siendo dominantes las posiciones conductuales e incluso que la mayoría de esos Tratados suelen dedicar la mayor parte de sus páginas a situaciones de aprendizaje animal en el laboratorio, cuya relevancia para el aprendizaje humano en situaciones complejas, como las estudiadas desde el enfoque cognitivo dominante, es cuando menos discutible.

Esta situación no es caprichosa, sino más bien una consecuencia de los nuevos esfuerzos del propio programa cognitivo, que durante bastantes años se han mantenido alejados del área de estudio preferida de los conductistas: el aprendizaje. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado notablemente el interés de la psicología cognitiva por el aprendizaje, lo que ha traído consigo la elaboración de diversas teorías cognitivas del aprendizaje al tiempo que se recuperaba la obra de algunos psicólogos que, hace ya algunos años, propusieron explicaciones cognitivas de los procesos de aprendizaje. En el presente volumen se exponen algunas de las teorías del aprendizaje surgidas desde la psicología cognitiva, en sus diversos enfoques.

Plan del libro

La estructura del libro es la siguiente: la Primera Parte (Capítulos I, II y III) está dedicada a analizar los cambios teóricos y metodológicos acaecidos en las últimas décadas en la Psicología del Aprendizaje como consecuencia de la propia evolución de la Psicología. Desde nuestro punto de vista, esa evolución ha supuesto una transición desde posiciones conductistas a posiciones cognitivas próximas al procesamiento de información. Sin embargo, como se ha señalado, ese cambio apenas ha alcanzado a los estudios sobre aprendizaje, donde el enfoque cognitivo no ha logrado aún proponer una alternativa a las posiciones conductuales. Esta Primera Parte constituye una introducción histórica que conlleva una reflexión sobre el estado actual de los estudios sobre aprendizaje realizados desde los dos programas más influyentes en la psicología reciente: el conductismo y el procesamiento de información. En cualquier caso, se ha huido de una exposición pormenorizada en busca de una mayor profundización crítica. Fruto de este análisis es la distinción entre dos tipos de aprendizaje que trascienden la clásica contraposición entre lo conductual y la cognitivo: el aprendizaje por asociación, desarrollado por los modelos mecanicistas (Segunda Parte) y el aprendizaje por reestructuración, característico de las posiciones organicistas (Tercera Parte).

Dada la diversidad de perspectivas e intereses de estas teorías, hemos escogido como hilo conductor de la exposición el aprendizaje de conceptos, ya que todas las teorías del aprendizaje, sea cual sea su orientación, se han ocupado con mayor o menor detalle de la adquisición de significados, por lo que es un terreno en el que todas ellas pueden ser contrastadas. No obstante, la exposición de las teorías y el análisis crítico que de ellas se hace, es también aplicable a otras áreas como la adquisición y automatización de destrezas, la adquisición de habilidades de razonamiento, etc. En la Segunda Parte se exponen las teorías del aprendizaje de conceptos desarrolladas desde un enfoque asociacionista, incluyendo los estudios sobre adquisición de conceptos artificiales (Capítulo IV), la adquisición de categorías naturales (Capítulo V) y los nuevos enfoques computacionales desarrollados desde el procesamiento de información (Capítulo VI). La Tercera Parte recupera algunas de las teorías clásicas del aprendizaje por reestructuración como las de PIAGET, VYGOTSKII o la *Gestalt* (Capítulo VII) y concluye en la necesidad de estudiar el aprendizaje cognitivo en los contextos de instrucción en que normalmente se produce. El Capítulo VIII, que cierra el libro, presenta algunos de los acercamientos recientes al aprendizaje en el marco de la Psicología de la Instrucción.

AGRADECIMIENTOS

En la elaboración de un trabajo como éste se contraen deudas, algunas veces impagables, con muchas personas. Algunas de estas deudas son más inmediatas, pero otras se remontan en el tiempo y se hacen costumbre, por lo que es inútil intentar concretarlas en acciones determinadas. Este es el tipo de deuda que tengo con Mario Carretero. No se trata ya de recordar aquí sus comentarios, sugerencias y reflexiones a los primeros borradores, ni su ánimo y apoyo constante durante su larga gestación y redacción. Tampoco es suficiente, aunque sí justo, decir que mi interés por la temática que aborda este libro se debe a ocho años de colaboración, de investigación y reflexión promovida por Mario. Hay algo más. Durante todo este tiempo he podido disfrutar de muchos momentos de verdadera co-operación, un arte difícil, que sólo es posible desde la amistad y cuya práctica justifica momentos no tan favorables. Tal vez suceda como en el sorprendente final de la película *Casablanca*, en el que nos enteramos de que todos los avatares a los que hemos asistido no son sino un prólogo de una nueva amistad entre Rick y el Capitán Renault, y todos estos años no sean sino el preludio de todo lo que aún nos queda por hacer.

Este mismo agradecimiento debe alcanzar también a Mikel Asensio, cuya cercanía se ha convertido en vecindad, a Amparo Moreno, de quien he aprendido conceptos que antes me costaba mucho entender, a José Antonio León, compañero de peripecias en un viaje más balcánico que volcánico, que no será el último. Asunción López Manjón, además de sus ánimos incondicionales, me ha ayudado a luchar con el *ratón*, o para ser justos las más de las veces ha luchado ella por mí. Buena parte de las figuras originales de este libro se deben a su mano o a la de María del Puy Pérez Echeverría. Puy, que sigue con su esfuerzo correlacional infatigable, ha hecho una vez más un poco de todo –leer, escuchar, criticar, animar– pero ha añadido una nueva habilidad, buen pulso y paciencia en el dibujo. Pero cualquiera de estas cosas se diluye en el recuerdo (en este caso, Torre, pero sin niebla).

Son muchas más las personas que, conscientemente o no, han hecho posible este libro. De entre ellas, Angel Rivière y Margarita Diges, con sus comentarios a

algunas partes del libro, han ayudado a mejorar o a corregir errores presentes en el original. Con Benjamín Sierra compartí algunas tardes de verano, en torno a larguísimos granizados de café, discutiendo y compartiendo ideas sobre la psicología cognitiva, atareados como estábamos los dos en desentrañarla. Finalmente, otras personas han hecho labores calladas pero imprescindibles. Lola del Rey fue una paciente mecanógrafa y Leandro estuvo tan eficaz como siempre en la reproducción. Por último, los alumnos de la Facultad de Psicología, con sus preguntas y sus respuestas, me han hecho dudar de muchas de las cosas que creía saber. Espero que no decaiga.

PRIMERA PARTE

LA PSICOLOGIA DEL APRENDIZAJE: DEL CONDUCTISMO A LA PSICOLOGIA COGNITIVA

CAPITULO PRIMERO

Introducción

Hace poco más o menos un siglo, EBBINGHAUS opinaba que «la psicología tiene un largo pasado pero una corta historia». Esta frase, tantas veces repetida, ha ido no obstante perdiendo vigencia a medida que la Historia de la Psicología crecía. Pero lo más curioso de ese crecimiento es que no sólo se ha producido «hacia adelante», con los sucesivos cambios metodológicos y conceptuales habidos en este siglo, sino que, de alguna forma, la Historia de la Psicología también se ha prolongado «hacia atrás», recuperando como propios los problemas y vicisitudes de más de veinte siglos de tradición filosófica occidental. Haciendo buena la idea de Jorge Luis BORGES según la cual son los sucesores los que crean a los precursores, los cambios habidos, especialmente en los treinta últimos años, han convencido a muchos psicólogos de que la Historia de su disciplina comenzó mucho antes de lo que la frase de EBBINGHAUS hacía suponer.

Para los intereses y el contenido de este libro, la historia se remontaría nada menos que hasta el siglo IV antes de Cristo, cuando en la Grecia Antigua se debatían cuestiones y conceptos que, muchos siglos después, pasarían a constituir *mutatis mutandis* el núcleo de los problemas que estudiaría una curiosa disciplina académica llamada Psicología Cognitiva. Esa «agenda griega» (GARDNER, 1985) se abre precisamente en la Academia, la escuela de filosofía fundada por PLATÓN para difundir las ideas de SÓCRATES. Entre sus numerosas obras, algunas están dedicadas a reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento y sobre su origen. Así, en el libro VII de *La República*, PLATÓN expone el conocido *mito de la caverna*, alegoría según la cual el mundo que nosotros conocemos, encadenados como estamos a nuestros sentidos, no es sino la sombra proyectada en una pared de la caverna de la realidad por las Ideas Puras que son imbuidas, al nacer, en nuestra alma. De esta forma, el conocimiento es siempre la proyección de nuestras ideas innatas. Para nuestros intereses, el mito queda completado en uno de los *Diálogos* de PLATÓN, en el que SÓCRATES explica a Menón, un jóven esclavo, cómo cuando él aprende geometría lo único que hace es llevar hasta su conciencia aquellas ideas que desde siempre estaban en su alma. Esta doctrina platónica

resurgirá en la tradición filosófica occidental en el pensamiento racionalista e idealista de DESCARTES, LEIBNIZ o KANT, y será recuperada para la psicología por algunos autores representativos del movimiento cognitivista actual, como FODOR, CHOMSKY, (por ej., GARDNER, 1985; ROBINSON, 1986).

Frente a la corriente racionalista iniciada por PLATÓN se levanta otra tradición que tiene su origen precisamente en el discípulo predilecto de PLATÓN, ARISTÓTELES, quien rechaza la doctrina de las ideas innatas, sustituyéndola por la de la *tabula rasa* sobre la cual se van imprimiento las sensaciones. De esta forma, el conocimiento procede de los sentidos que dotan a la mente de imágenes, que se asocian entre sí según tres leyes: la contigüidad, la similitud y el contraste. Así, ARISTÓTELES, puede ser considerado como el padre del asociacionismo, que en los siglos XVII y XVIII alcanzará con HOBBES, LOCKE, y HUME su máxima expresión dentro de la filosofía. En psicología será introducido precisamente por EBBINGHAUS (ESTES, 1985; SLAMECKA, 1985) y dominará el pensamiento no sólo de WUNDT y el estructuralismo sino sobre todo del conductismo, teniendo una influencia decisiva en la Historia de la Psicología y, más específicamente, en la Psicología del Aprendizaje.

En realidad, si la psicología se ha expandido «hacia atrás», en busca de sus orígenes remotos, se debe a los cambios acontecidos en el siglo transcurrido desde la célebre frase de EBBINGHAUS. En cuanto a su expansión «hacia adelante», puede decirse que la psicología no sólo posee una historia, sino incluso una historia «oficial», por la que el siglo XX estaría dividido casi en dos mitades iguales: una primera de dominio del conductismo y una segunda de dominio de la psicología cognitiva (KNAPP, 1986). A grandes rasgos esa historia oficial, amparada en las ideas de KUHN (1962) con respecto al desarrollo y el cambio en los movimientos científicos, narra la existencia de dos revoluciones paradigmáticas, seguidas por su correspondiente período de ciencia normal. La primera revolución se produce en la segunda década del siglo y da lugar a la aparición del conductismo, como respuesta al subjetivismo y al abuso del método introspectivo por parte del estructuralismo y también del funcionalismo. El conductismo se consolida a partir de 1930 entrando en un período de ciencia normal, caracterizado por la aplicación de su paradigma objetivista, basado en los estudios de aprendizaje mediante condicionamiento, que considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana. La expansión del paradigma, que desemboca en múltiples anomalías empíricas, junto al empuje de diversos factores externos a la psicología, como son las nuevas tecnologías cibernéticas que vienen de la mano de la Teoría de la Comunicación, la Lingüística y la propia Cibernética, harán que el paradigma conductista entre en crisis a partir de 1950. A mediados de esa década, será sustituido por el procesamiento de información que, apoyándose en la poderosa metáfora del ordenador, hará posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo marginaba. De esta forma se entra en un nuevo período de ciencia normal, esta vez bajo el dominio de la psicología cognitiva, en el que el conductismo se bate en franca retirada, hallándose en vías de extinción. Este período alcanza hasta nuestros días.

Esta sería, de forma deliberadamente esquemática, la historia reciente de

nuestra disciplina[1]. Ahora bien, ¿responde este relato kuhniano a lo realmente acontecido? ¿Nos encontramos ahora en un momento de ciencia cognitiva normal? ¿Está el conductismo en vías de desaparición? Y centrándonos específicamente en el área de la que nos ocuparemos más directamente en este libro, ¿hay un predominio de las posiciones cognitivas en psicología del aprendizaje? ¿Tiende a desaparecer la versión conductista del aprendizaje? Desde nuestro punto de vista, todas estas preguntas tienen algo en común. La respuesta más probable a todas ellas es: no.

El retroceso de las posiciones conductistas en favor de la psicología cognitiva es algo incuestionable que reconocen hasta los propios concuctistas (por ej., ZURIFF, 1986). Lo que ya no está tan claro es que el conductismo esté moribundo. A juzgar por los síntomas de vitalidad que está mostrando últimamente (por ej., MODGIL y MODGIL, 1987; RIBES y LÓPEZ VALADEZ, 1985; SKINNER, 1983, 1984, 1985; ZURIFF, 1985, 1986) y por la incidencia que aún sigue teniendo en el campo profesional, concretamente en la modificación de conducta (véase, por ej., BOTELLA, 1986; KAZDIN, 1978; MAYOR y LABRADOR, 1984), el muerto goza de una salud aceptable, al menos para estar muerto. En el próximo capítulo analizaremos someramente la evolución actual del conductismo que, si bien ha perdido su posición predominante en muchos terrenos en favor del procesamiento de información, no parece que haya perdido todo su vigor.

En cuanto a la existencia de un período de ciencia normal dentro de la psicología cognitiva en el que su paradigma se aplique a áreas en expansión, existen opiniones diversas. Sin duda, el procesamiento de información constituye el paradigma dominante dentro del enfoque cognitivo actual. Pero su validez está siendo contestada con vigor desde posiciones cognitivas. Alguno de los padres del cognitivismo ha abandonado ya la nave del procesamiento de información (por ej., NEISSER, 1976) y son abundantes las críticas a sus insuficiencias, limitaciones y promesas incumplidas (por ej., CARRETERO, 1986a; KESSEL y BEVAN, 1985; LUCCIO, 1982; RIVIÈRE, 1987; SEOANE, 1982a, 1985; DE VEGA, 1982, 1985a). En el Capítulo III analizaremos algunas de estas críticas y discutiremos con algún detalle la vigencia y las limitaciones del procesamiento de información como enfoque psicológico.

En el área del aprendizaje, el panorama difiere todavía más de esa historia «oficial». Aquí ni siquiera se puede acreditar el predominio del enfoque cognitivo sobre el conductual. Si juzgamos ese predominio por un criterio ciertamente significativo, como son los contenidos de los manuales más usuales en psicología

---

[1] Versiones más detalladas y ajustadas de la misma puen encontrarse entre otros en Buxton (1985), Caparrós (1979, 1980, 1984), Leahy, (1980), Legrenzi (1982), Marx y Hillis (1979), Robinson (1981). En relación específicamente con la transición del conductismo al cognitivismo, pueden consultarse además Carretero y García Madruga (1984b), Delclaux y Seoane (1982), Gardner (1985), Knapp (1986), Lachman y Lachman (1986), Lachman, Lachman y Butterfield (1979), Posner y Shulman (1979), de Vega (1984). Relatos autobiográficos o divulgativos con respecto al mismo período se encuentran en Broadbent (1980), Bruner (1983), Hunt (1982), Miller (1983), Norman (1976) o Simon (1980).

del aprendizaje, la mayoría sigue teniendo un enfoque claramente conductual (por ej., BAYES y PINILLOS, 1989; HILGARD y BOWER, 1975; HILL, 1971; MARX, 1969; RACHLIN, 1970, 1976; SAHAKIAN, 1977; SWENSON, 1980), si bien en los últimos años comienzan a aparecer algunos manuales con una orientación más próxima al procesamiento de información, aunque sin llegar a excluir nunca las aportaciones conductuales (por ej., HULSE, EGETH y DEESE, 1980; LEAHY y HARRIS, 1985; PÉREZ GÓMEZ y ALMARAZ, 1981; TRAVERS, 1982). La razón de este estado de cosas no es otra que el abandono de las investigaciones sobre aprendizaje por parte del procesamiento de información, que según SIEGLER y KLAHR (1982) sólo es comparable al abandono de los procesos mentales por parte del conductismo. Las razones de ese abandono, que serán analizadas más adelante en el Capítulo III, son profundas y en ningún caso accidentales, por lo que, a pesar de las voces optimistas que se alzan (por ej., CHI y REES, 1983; GAGNÉ y GLASER, 1987; MANDLER, 1985; SHUELL, 1986), hay motivos –que serán analizados en su momento– para desconfiar de la posibilidad de que algún día el procesamiento de información nos proporcione una teoría del aprendizaje potente y comprehensiva.

En resumen, la situación actual de la psicología no parece acomodarse demasiado a la descripción kuhniana del progreso científico. ¿A qué se debe esta divergencia? Según algunos autores (por ej., CAPARRÓS, 1980) se debería a que KUHN (1962) basó su modelo en el desarrollo de las ciencias físicas. En cambio, en la ciencias sociales, la relatividad de las explicaciones es siempre mayor, por lo que resulta más difícil la existencia de un paradigma hegemónico. No faltan tampoco quienes opinan que la psicología se halla aún en un período preparadigmático (BAYÉS, 1980; KENDLER, 1984).

Otros autores piensan que el problema no es tanto la aplicación del modelo kuhniano a las ciencias sociales cuanto la inadecuación general de este modelo para el análisis del progreso de las teorías científicas, sean éstas sociales, físicas o biológicas (BARKER, y GHOLSON, 1984; GHOLSON y BARKER, 1985; OVERTON, 1984). Se apoya para ello en las críticas que las ideas de KUHN han recibido por parte de filosófos e historiadores de la ciencia, especialmente de LAKATOS (1978) y LAUDAN (1977).

La teoría de las revoluciones científicas de KUHN (1962) nace como respuesta a la pretensión popperiana de que la ciencia avanza mediante la falsación sistemática de los enunciados que formula (POPPER, 1959). Con sus análisis históricos, KUHN logra demostrar no sólo que los científicos no buscan por sistema falsar sus teorías, sino incluso que éstas perviven con considerables pruebas empíricas en su contra. De esta forma, KUHN desacredita a la experimentación como la causa fundamental del progreso científico. Según su concepción, no es la fuerza de los datos la que hace que un paradigma sea sustituido por otro, ya que los paradigmas son en sí mismos inconmensurables. Esa sustitución respondería más a criterios externos, ya sean generacionales o de demandas sociales, que a criterios de racionalidad científica. Esta última idea será rechazada por LAKATOS (1978), cuyo falsacionismo metodológico puede concebirse como un intento de síntesis entre las posiciones de POPPER y KUHN. LAKATOS coincide con KUHN en el predominio de los paradigmas (en su terminología, «programas de investigación científi-

ca») sobre los datos, pero admitirá con POPPER que son finalmente los datos los que constituyen los árbitros del cambio en las teorías científicas.

Según LAKATOS (1978), todo programa de investigación consta de dos componentes distintos: un *núcleo firme*, constituido por las ideas centrales, y un *cinturón protector* de ideas auxiliares, cuya misión es precisamente impedir que el núcleo pueda ser refutado empíricamente. LAKATOS considera que nunca una teoría puede ser falsada por un hecho. Los datos en contra de una teoría son simples *anomalías*. Toda teoría, en la medida en que no explica *todo*, convive con numerosas anomalías simultáneamente. Ante ellas puede reaccionar de dos formas distintas: sencillamente desentendiéndose de ellas y ocupándose de otros asuntos, o incorporándolas al cinturón protector. En cualquier caso, el núcleo de la teoría o programa de investigación se mantiene intacto. Sin embargo, LAKATOS, a diferencia de KUHN, cree que ese núcleo puede llegar a ser modificado por criterios científicos internos y no sólo por razones externas o arbitrarias. La falsación de una teoría no la producen los datos empíricos, sino la aparición de una teoría mejor. ¿Pero cuándo una teoría es mejor que otra? Según LAKATOS (1978), cuando reúne tres condiciones:

1. Tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, es decir, predecir hechos que aquella no predecía.
2. Explicar el éxito de la teoría anterior, es decir, explicar todo lo que aquélla explicaba.
3. Lograr corroborar empíricamente al menos una parte de su exceso de contenido.

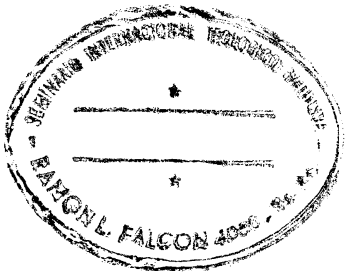
Por consiguiente, lo que caracteriza a una buena teoría –o, en la terminología de LAKATOS, programa de investigación *progresivo*– es su capacidad para predecir e incorporar hechos nuevos, frente a aquellas otras teorías –o programa de investigación *regresivo*– que se limitan a explicar lo ya conocido. Un programa puede ser progresivo teóricamente –cuando realiza predicciones nuevas aunque no sean corroboradas– o empíricamente –cuando corrobora alguna de esas predicciones. Además, la valoración que se haga de un programa en cada circunstancia histórica dependerá de las predicciones que logre realizar entonces. Un programa progresivo puede dejar de serlo cuando agota su capacidad predictiva y se muestra incapaz de extenderse hacia nuevos dominios. Y, a la inversa, un programa regresivo puede convertirse en progresivo si logra hacer nuevas predicciones parcialmente corroboradas.

De esta forma, en contra de la idea kuhniana de que las teorías son inconmensurables y de que, por tanto, el cambio teórico debe estar guiado por circunstancias externas a la propia labor científica, LAKATOS (1978) piensa que una nueva teoría se impondrá sobre otra vigente cuando, además de explicar todos los hechos relevantes que ésta explicaba, se enfrente con éxito a algunas de las anomalías de las que la teoría anterior no podía dar cuenta. Así se asegura una continuidad entre las teorías sucesivas, ya sea dentro de un mismo programa o familia de teorías (LAUDAN, 1977) o en programas diversos. Esta continuidad es consistente

con el carácter acumulativo del progreso del conocimiento científico, pero se traduce al mismo tiempo en la aparición de cambios cualitativos ocasionales, debidos al abandono de un programa por otro o, lo que es lo mismo, al cambio de las ideas que componen el núcleo central del programa.

Las ideas de LAKATOS (1978) parecen ajustarse con éxito al desarrollo no sólo de las ciencias físicas sino también de la propia psicología (por ej., BARKER y GHOLSON, 1984; GHOLSON y BARKER, 1985; GILBERT y SWIFT, 1985; OVERTON, 1984; PIATELLI-PALMARINI, 1979; ROWELL, 1983). Podríamos decir que las ideas de LAKATOS constituyen un programa progresivo con respecto a la teoría de las revoluciones científicas de KUHN (1962), ya que son capaces de superar algunas de las anomalías a que se ve abocado el análisis kuhniano de la ya no tan corta historia de la psicología. En los capítulos que siguen vamos a intentar una reconstrucción de la historia reciente de la psicología del aprendizaje desde el marco epistemológico de LAKATOS, reflexionando sobre los cambios habidos en la misma como consecuencia del paso del conductismo al procesamiento de información como programa dominante en psicología. ¿Constituye el procesamiento de información un programa progresivo –en el sentido de LAKATOS– con respecto al conductismo? ¿Forman parte ambos enfoques del mismo programa de investigación o constituyen dos programas distintos? En otras palabras, ¿ha habido un cambio en el núcleo firme del programa en el paso del conductismo al procesamiento de información? ¿Es el enfoque cognitivo predominante capaz de generar predicciones nuevas con respecto a los procesos de aprendizaje? ¿Tiene en esa área un exceso de contenido empírico con respecto al conductismo? Estas y otras preguntas similares serán nuestro tema de reflexión en las próximas páginas, que en ningún caso pretenden ofrecer un relato denso y exhaustivo de la historia reciente de la psicología del aprendizaje sino únicamente un análisis crítico de algunos de sus rasgos más sobresalientes.

CAPITULO II



El conductismo como programa de investigación

Y es así cómo los que nos iluminan son los ciegos. Así es como alguien, sin saberlo, llega a mostrarte irrefutablemente un camino que por su parte sería incapaz de seguir.

Julio Cortázar, *Rayuela*

La revolución conductista y la consolidación del movimiento

Al comienzo de una de sus obras, FLAVELL (1977, pág. 19 de la trad. cast.) se lamenta de que «*los conceptos auténticamente interesantes que hay en este mundo tienen la desagradable costumbre de escapar a nuestros más decididos intentos por concretarlos, por hacerles decir algo definido y hacer que se atengan a ello*». No sé si el conductismo será uno de esos conceptos auténticamente interesentes, pero se resiste a ser definido y se mantiene tercamente en esa ambigüedad y diversidad de significados de la que se lamenta FLAVELL. Tal vez tenga razón RIVIÈRE (1987) cuando, refiriéndose a la Psicología Cognitiva –al parecer, otro de esos conceptos auténticamente interesantes–, observa que los paradigmas o enfoques psicológicos tienen a veces la estructura conceptual de una categoría natural. Si hacemos caso a las investigaciones de ROSCH y otros autores (ROSCH y LLOYD, 1978; SMITH, y MEDIN, 1981; ver también Cap. V de este libro) los conceptos naturales, a diferencia de los conceptos lógicamente definidos, se caracterizan por tener una estructura difusa, y en muchos casos confusa, con límites borrosos y sin atributos que definan por igual a todos sus ejemplares. Para averiguar si el conductismo es uno de estos conceptos, no queda más remedio que buscar los atributos que definen al concepto «conductismo» –en términos de LAKATOS *su núcleo firme o central*– en la amplia gama de ejemplares de conductismo que nos ofrece la literatura.

Esa diversidad es inherente al conductismo desde su mismo nacimiento. Tras

el «manifiesto conductista» de WATSON (1913) un fantasma recorrió Norteamérica y en muy pocos años, antes de disponer siquiera de una teoría que la avalara, la revolución conductista había triunfado. Parte de su éxito inmediato se debe a su sintonía con el *zeitgeist* o espíritu de la época (LOGUE, 1985a; O'DONNELL, 1985). Prueba de ello es el extraordinario interés social que despertaron sus promesas desde el primer momento (LOGUE, 1985b). Entroncada con una tradición pragmática y empirista, la propuesta de WATSON era, ante todo, metodológica. Contra el abuso de la introspección y los métodos subjetivistas, que se usaban no sólo con sujetos humanos sino también, por analogía, en psicología comparada (al respecto véase BOAKES, 1984; MACKENZIE, 1977), WATSON, propone hacer una psicología objetiva y antimentalista, cuyo objeto debe ser la conducta observable controlada por el ambiente. Su propuesta es ampliamente aceptada. Pero WATSON, carece de elementos teóricos para desarrollarla. Recurre a los trabajos de PAVLOV sobre los reflejos condicionados, estableciendo así el condicionamiento como paradigma experimental del conductismo, lo que, según algunos autores, constituye ya la primera desviación del genuino programa conductista (por ej., RIBES, 1982). Pero no será suficiente para proporcionar un núcleo conceptual al conductismo, favoreciendo la dispersión teórica bajo el gran paraguas del objetivismo. Según una clasificación realizada por ROBACK (1923), diez años después del manifiesto funcional había diez clases de conductismo y diecisiete subclases (algunas tan pintorescas como el conductismo «nominal»: los que se creían conductistas pero no lo eran). Como los mandamientos, esas diez clases se encerraban en dos (LASHLEY, 1923): el conductismo extremo o radical (que negaba la existencia de la conciencia) y el conductismo metodológico (que aunque no negaba la conciencia, creía que no podía estudiarse por métodos objetivos). Pero ni uno ni otro eran capaces de ofrecer una teoría unitaria de la conducta.

Se entra así en una nueva fase: la era de las teorías (CAPARRÓS, 1980; YELA, 1980) o neoconductismo. Como señala YELA (1980), ya se sabía que había que estudiar lo observable; ahora sólo faltaba saber lo que había que observar. El período del neoconductismo, con sus cuatro jinetes a la cabeza (GUTHRIE, TOLMAN, HULL y SKINNER) es probablemente la época más productiva del conductismo. Todos parten en busca de una teoría unitaria, a la sombra del positivismo lógico. Pero cada uno encuentra una teoría distinta, y algunos más de una teoría. La época dorada del conductismo es, al mismo tiempo, el comienzo de su fin. No vamos a analizar aquí ese período, ya que merecería un estudio pormenorizado (véase al respecto, entre otros, CAPARRÓS. 1980; LOGUE, 1985b; MACKENZIE 1977; ZURIFF, 1985), pero estamos de acuerdo con YELA (1980) cuando señala que este período denso y laborioso se salda con un estrepitoso fracaso: no sólo no se ha llegado a formular una teoría unitaria sino que, tras tantos esfuerzos, el conductismo se halla dividido en escuelas y facciones irreconciliables. El daño, si cabe, es aún mayor si tenemos en cuenta que los neoconductistas eran firmes partidarios del modo positivista de hacer ciencia, en el que los datos hablan por sí mismos, independientemente de las teorías que cada cual sostenga. ¿Cómo habían podido surgir tantos tipos distintos de conductismo –molar, molecular, mediacional, radical, propositivo, lógico, etc.– a partir de unos datos objetivos? No vamos a seguir el

camino iniciado por esta pregunta. Nuestra tarea es otra: establecer qué tienen en común todos ellos, es decir, averiguar cuál es el núcleo central del programa de investigación conductista.

El núcleo central del programa conductista

Según MACKENZIE (1977), lo único que tienen en común las diversas formas de *conductismo desarrolladas antes, durante y después del neoconductismo* es una determinada concepción de la ciencia y su metodología, careciendo de un núcleo teórico común: «*El conductismo fue el único –o al menos el más detallado, intransigente y sofisticado– intento serio que nunca se había hecho para desarrollar una ciencia sobre principios solamente metodológicos*» (MACKENZIE, 1977, pág. 142 de la trad. cast.). SKINNER (1983, pág. 951) parece estar de acuerdo –sólo en parte, claro– con esta apreciación cuando afirma tajantemente que «*el conductismo, con acento en la última sílaba, no es el estudio científico de la conducta, sino una filosofía de la ciencia dedicada al objeto y a los métodos de la psicología*». Tal vez sea así, pero necesariamente el conductismo ha de ser algo más para constituirse en un programa de investigación: ha de disponer de un marco conceptual. En la filosofía de la ciencia actual (por ej., KUHN, 1962; LAKATOS, 1978) no se acepta que se pueda hacer ciencia sin teoría. Además de la convicción positivista, que sin duda forma parte del núcleo central del conductismo, ha de haber otros rasgos conceptuales comunes para que podamos hablar de un programa de investigación conductista.

En nuestra opinión, el núcleo central del conductismo está constituido por su concepción *asociacionista* del conocimiento y del aprendizaje. Situado en la tradición del asociacionismo que nace en ARISTÓTELES, el conductismo comparte la teoría del conocimiento del empirismo inglés, cuyo exponente más lúcido es la obra de HUME (1739/1740) *A treatise of human nature.* Según HUME, el conocimiento humano está constituido exclusivamente de impresiones e ideas. Las impresiones serían los datos primitivos recibidos a través de los sentidos, mientras que las ideas serían copias que recoge la mente de esas mismas impresiones, que perdurarían una vez desvanecidas éstas. Por tanto, el origen del conocimiento serían las sensaciones, hasta el punto de que ninguna idea podría contener información que no hubiese sido recogida previamente por los sentidos. Pero las ideas no tienen valor en sí mismas. El conocimiento se alcanza mediante la asociación de ideas según los principios de semejanza, contigüidad espacial y temporal y causalidad. Estos son los principios básicos del pensamiento y el aprendizaje en el empirismo humano.

Estos principios de la asociación serán, a su vez, el núcleo central de la teoría psicológica del conductismo. Con diversas variantes, todos los conductistas las adoptan como elemento fundamental para la descripción o, en su caso, explicación de la conducta animal y humana. Dado que inicialmente somos una *tabula rasa* y todo lo adquirimos del medio por mecanismos asociativos, es lógico que el conductismo tomara como área fundamental de estudio el aprendizaje: la estruc-

tura de la conducta; sería una copia isomórfica de las contingencias o covariaciones ambientales. Para estudiar cómo se establecen esas asociaciones, nada mejor que elegir un organismo simple en una situación simple: la rata o la paloma en una caja trucada o en un laberinto. La descontextualización y simplificación de las tareas son características de todo enfoque asociacionista, por razones que analizaremos más adelante. Al igual que EBBINGHAUS (1885) se enfrentaba al aprendizaje de sílabas sin sentido, las ratas han de enfrentarse también a tareas sin sentido, que, como las listas de EBBINGHAUS, son totalmente arbitrarias.

El asociacionismo es así el núcleo central del programa de investigación conductista. En sus diversas variantes, el conductismo asume las ideas asociacionistas como base de su experimentación y teorización. Esta asunción tendrá amplias consecuencias. Del asociacionismo se derivan una serie de exigencias para la teoría psicológica, unas de modo directo y necesario y otras de modo indirecto y, por tanto, no necesarias. Estas exigencias conforman otros rasgos adicionales del programa conductista, incorporados en algunos casos al núcleo central y en otros al cinturón protector de sus teorías. La Figura 2.1 representa el núcleo central del programa conductista, común a todas las variantes del conductismo, junto con algunas de las ideas que ocupan su cinturón protector, que pueden diferir según los autores que defiendan la posición conductista. Asimismo se recogen las dos anomalías esenciales que se derivan de la asunción de ese núcleo central asociacionista. Esta figura resume las ideas expuestas en las próximas páginas y, por tanto, encuentra en ellas su explicación. En todo caso, la adscripción a una u otra condición de cada uno de los rasgos que vamos a comentar a continuación constituye un motivo de abierta polémica en función de la perspectiva teórica adoptada por cada autor.

Uno de los rasgos que con más frecuencia suelen considerarse como constitutivos del programa conductista es el *reduccionismo antimentalista*, es decir, la negación de los estados y procesos mentales. ¿Es el antimentalismo una exigencia necesaria de la asunción del asociacionismo? En principio habría que diferenciar entre los conductistas radicales (WATSON en algunas ocasiones, SKINNER siempre, junto con algún otro), que niegan la existencia de la mente, y los conductistas metodológicos, que únicamente exigen que se cumplan los requisitos de objetividad (por ej., KENDLER, 1984; ZURIFF, 1985). Lo que el conductismo rechaza es el uso de la introspección, no la propia existencia de la mente y ni siquiera su estudio siempre que se haga por métodos objetivos, es decir, a través de índices conductuales. De hecho, a partir de HULL, el conductismo comienza a incorporar variables intervinientes, dando paso a modelos mediacionales que cumplían en el neoconductismo una función similar a la que tendrán los diagramas de flujo en el procesamiento de información. Por tanto no creemos que el antimentalismo sea un rasgo necesario del conductismo, aunque obviamente haya muchos conductistas que son antimentalistas. Lo que sí es un rasgo constitutivo del conductismo es la idea de que cualquier variable mediacional o interviniente que se defina ha de ser isomorfa con las variables observables. En otras palabras, la mente, de existir, es necesariamente una copia de la realidad, un reflejo de ésta y no al revés. Este es el principio de *correspondencia* que, según algunos

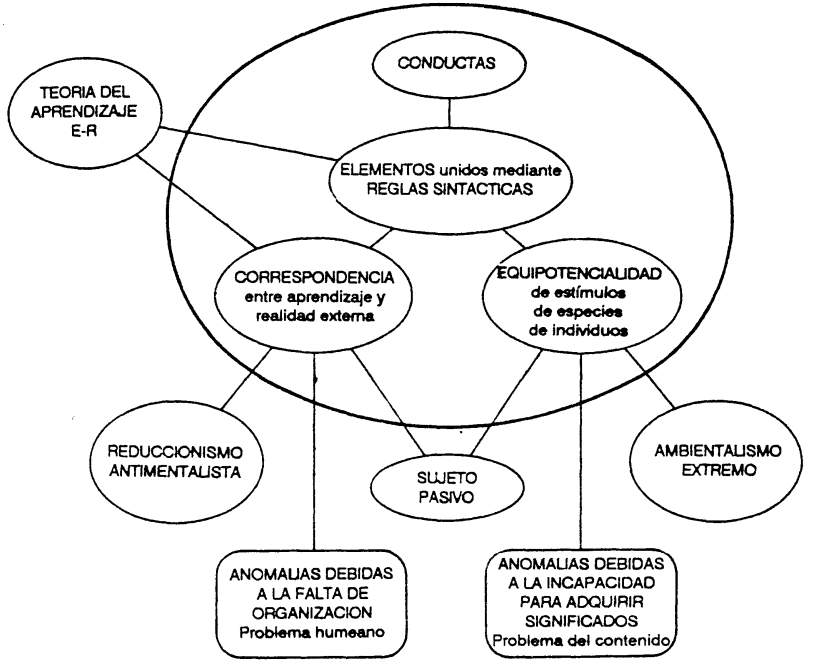


FIGURA 2.1. El conductismo como programa de investigación científica. De acuerdo con las ideas de Lakatos (1978), se distinguen los principios que constituyen su *núcleo central* y su *cinturón protector.* Las ideas centrales, comunes a todas las versiones del conductismo (óvalo central) establecen un programa de investigación ocupado del estudio de las conductas que, sea cual sea su complejidad, se entienden siempre como un conjunto de elementos unidos entre sí mediante reglas sintácticas de acuerdo con los principios de correspondencia y equipotencialidad. Además, existiría otra serie de ideas auxiliares en el cinturón protector (óvalos periféricos) conectadas a esos principios generales, que no serían compartidas necesariamente por todas las versiones del programa. Finalmente, los recuadros inferiores de la figura representan los dos grupos principales de anomalías empíricas con que ha tropezado el programa asociacionista del conductismo, conectadas al núcleo central.

autores, constituye uno de los rasgos nucleares del conductismo (por ej., BOLLES, 1975; ROITBLAT, 1987) y que se deriva directamente del asociacionismo. Al asumir este principio, es obligado, desde el conductismo, negar la eficacia causal de los estados mentales, por lo que el control de la conducta sigue en cualquier caso residiendo en el medio. Es este tipo de cognitivismo «débil» (BEILIN, 1983), compatible con el conductismo, el que critica SKINNER, (1978) en su célebre artículo «Por qué no soy un psicólogo cognitivo». Aplicando el principio de parsimonia, SKINNER (1978) considera que el aparato mental no es sino un «sustituto interno de las contingencias» y que, por tanto, no aporta nada nuevo al estudio directo

de las contingencias. Tal afirmación, coherente con su posición, no es compartida por otros muchos conductistas (por ej., EYSENCK, 1986; KENDLER, 1984, 1985; ROZEBOOM, 1986; ZURIFF, 1985, 1986). En lo que sí están de acuerdo todos ellos es en la correspondencia de los procesos mentales con las variables observables. Un rasgo central del conductismo, como corriente asociacionista, es, por tanto, su anticonstructivismo.

Otro de los rasgos tópicamente atribuidos al conductismo es que es una *teoría E-R* (o estímulo-respuesta). La protesta conductista por esta atribución es prácticamente unánime. De hecho, los dos procedimientos experimentales básicos del conductismo, a cuyo estudio están dedicados sus principales teorías, no responden al esquema E-R. El condicionamiento clásico establece originalmente una asociación E-E, mientras que el condicionamiento operante implica una asociación R-E. Ahora bien, cuando se considera al conductismo una teoría E-R, independientemente del procedimiento experimental empleado, lo que se está haciendo, en nuestra opinión, es señalar su carácter atomista y elementista, derivado directamente del núcleo asociacionista, por el que toda conducta, por compleja que sea, es reducible a una serie de asociaciones entre elementos simples, en este caso, estímulos y respuestas. Este elementismo sí es, a nuestro entender, un rasgo constitutivo del programa conductista. Lo que ya no se deduce lógicamente de la aceptación del asociacionismo conductual, y suele atribuírsele también a partir de su consideración como teoría E-R, es la equiparación de aprendizaje con conducta. Es bien cierto que, durante muchos años, los conductistas definían al aprendizaje como un «cambio en la conducta». De esta forma quedaban excluidos los efectos del aprendizaje latente (por ej., BRODGEN, 1939; TOLMAN y HONZIK, 1930), que se produce en ausencia de conductas observables. Sin embargo, la necesidad de que el aprendizaje se manifieste en una conducta observable sólo se sigue de las asociaciones E-R o R-E, que implican una respuesta por parte del sujeto, pero no de las asociaciones E-E, que constituirían un modelo adecuado para los efectos del aprendizaje latente (ZURIFF, 1985), por lo que, dentro del conductismo, puede diferenciarse entre aprendizaje y conducta.

Otro de los rasgos que suelen considerarse definitorios del conductismo es su *ambientalismo*. Es bien cierto que el ambientalismo no es una suposición necesaria del conductismo (LOGUE, 1985b), ya que éste no prohíbe la incorporación de impulsos instintivos (HULL, 1943) o de una determinación genética de la conducta (EYSENCK, 1986). Pero también es cierto que, como señalan algunos autores (por ej., EYSENCK, 1983; LOGUE, 1985b; REVUSKY, 1985), la mayor parte de los conductistas han acabado por adoptar posiciones ambientalistas. Ello quizá se deba a que, en un sentido más general, el conductismo, como enfoque asociacionista y mecanicista, sitúa el principio motor de la conducta fuera del organismo (REVUSKY, 1985; YELA, 1980). El aprendizaje siempre es iniciado y controlado por el ambiente.

Este argumento resulta más evidente cuando analizamos otro de los atributos potenciales del conductismo: el carácter *pasivo* del organismo, que se limita a responder a las contingencias ambientales. Los skinnerianos obviamente no están de acuerdo con esta apreciación, ya que en el condicionamiento operante es el

organismo el que inicia las secuencias asociativas. Pero han de admitir finalmente que los operantes están controlados por sus consecuencias (SKINNER, 1981). El reforzamiento es así un requisito del aprendizaje. Es en este sentido en el que el sujeto del conductismo es pasivo: el aprendizaje no es una cualidad intrínseca al organismo, sino que necesita ser impulsado desde el ambiente (REVUSKY, 1985). Este rasgo, característico de toda teoría mecanicista (KENDLER, 1984), supone una escasa consideración del carácter biológico del aprendizaje, pero resulta, en todo caso, coherente con el asociacionismo conductual basado en la idea de la *tabula rasa*.

Igualmente coherente con esa idea resulta otro de los rasgos atribuidos con frecuencia al conductismo: la *equipotencialidad*. Según esta idea, las leyes del aprendizaje son igualmente aplicables a todos los ambientes, especies e individuos. Lo que equivale a afirmar que sólo existe una única forma de aprender: la asociación. Aunque se ha puesto en duda su necesidad lógica (HERRNSTEIN, 1977), este principio se considera como uno de los cimientos del edificio conductista (por ej., BOLLES, 1975; REVUSKY, 1985; ROITBLAT, 1987; SELIGMAN, 1970). Dado que el principal objetivo del conductismo es la conducta humana, debe asumir que el aprendizaje es un proceso general, ya que, de lo contrario, no podría generalizar de las simples situaciones artificiales de condicionamiento con ratas a la conducta humana compleja. El conductismo sostiene para ello tres tipos de equivalencia. En primer lugar, todos los estímulos o respuestas son equivalentes, es decir, cualquier estímulo puede asociarse con la misma facilidad y siguiendo las mismas leyes asociativas a cualquier otro estímulo o respuesta. En otras palabras, toda situación de aprendizaje estará controlada únicamente por las leyes formales de la asociación, sin que el «contenido» de los términos asociados afecte al aprendizaje. Esto justifica, como en el caso de EBBINGHAUS (1885), el uso de tareas arbitrarias y alejadas de los contextos naturales a los que luego han de aplicarse sus conclusiones (BOLLES, 1975; SELIGMAN, 1970). Un segundo principio de equivalencia hace referencia a la universalidad filogenética de los mecanismos asociativos. Este principio responde a una interpretación fixista de la continuidad filogenética (CARRETERO, 1986a; DE VEGA, 1984). Un último principio, necesario tras el anterior, establece la equivalencia entre todos los organismos de una misma especie. Es indudable que el conductismo ha despreciado habitualmente las diferencias individuales. No podía ser menos: todas las *tabulas rasas* se parecen. Una vez más, el asociacionismo conductual niega un valor funcional al organismo, como especie o como individuo, en el proceso del aprendizaje. Es lícito, por tanto, afirmar que el conductismo carece de sujeto o que, en último extremo, si lo tuviera, su «arquitectura funcional» (PYLYSHYN, 1984) sería una réplica de la estructura de la realidad, de acuerdo con el principio de correspondencia. Este es el principal corolario que se deriva de la asunción del asociacionismo en psicología. Y es un corolario que SKINNER (1978), con su coherencia característica, ha sabido extraer cuando afirma que «*la asociación cognitiva es una invención. Aun cuando fuera real, no sería capaz de explicar mucho más que las contingencias externas que le sirven de modelo*» (pág. 54 de la trad. cast.).

La crisis del conductismo

A pesar de disponer de un núcleo teórico y metodológico común, consistente en un asociacionismo psicológico y una concepción positivista del método científico, el conductismo fue incapaz de elaborar esa teoría unitaria del aprendizaje que con tanto anhelo buscaba. En vez de expandir sus investigaciones hacia áreas crecientemente significativas, los neoconductistas dedican sus esfuerzos experimentales a rebatirse los unos a los otros (YELA, 1980). De esta forma, el conductismo dejó de constituir un programa progresivo, en la terminología de LAKATOS, siendo incapaz no sólo predecir hechos nuevos sino incluso de explicar las múltiples anomalías que en el curso de sus experimentos sobre condicionamiento habían ido surgiendo. En estas condiciones, el programa conductista se hallaba escasamente preparado para afrontar la irrupción de un nuevo enfoque psicológico, el procesamiento de información, que, amparado en la revolución tecnológica promovida por la Segunda Guerra Mundial, ofrecía la promesa de recuperar para la psicología todos aquellos procesos mentales que habían estado hibernados durante «la larga glaciación conductista» (SIMON, 1972). Realmente, en la era de los computadores y los cohetes autodirigidos, parecía poco conveniente que los psicólogos estudiaran al hombre viendo correr ratas por laberintos.

Pero el advenimiento de la «revolución cognitiva» y su fácil aceptación por muchos psicólogos conductistas será objeto de análisis en el próximo capítulo. Lo que queremos destacar aquí es que la crisis del conductismo, si bien se vió agravada por la pérdida de su hegemonía, fue, ante todo, una consecuencia de su propio desorden interno. El conductismo no estaba en condiciones de luchar en ningún frente exterior. Bastante tenía con combatir contra su propia guerrilla interna. Esa guerrilla se alimentaba de las múltiples anomalías empíricas producidas en los experimentos sobre condicionamiento, que las desavenencias teóricas impedían resolver. Muchas de esas anomalías existían desde los primeros tiempos del conductismo, pero el éxito global del programa había hecho que se considerasen irrelevantes o que se atribuyesen a defectos en los procedimientos experimentales. Sin embargo, cuando el programa comenzó a debilitarse, las anomalías se empezaron a ver con otros ojos: aquellos datos demostraban la falsedad de algunos de los supuestos básicos del conductismo.

De entre todas las anomalías empíricas, tal vez el trabajo más influyente fue la investigación realizada por GARCÍA y KOELLING (1966) sobre aversión condicionada al sabor, en la que las ratas mostraban una preferencia selectiva por ciertas asociaciones frente a otras: si se presentaba a la rata un estímulo condicionado compuesto de sabor, luz y sonido seguido de un estímulo incondicionado aversivo consistente en un malestar gástrico experimentalmente inducido, las ratas asociaban el malestar al sabor, pero no a la luz o el sonido. Por el contrario, cuando el estímulo incondicionado consistía en una descarga eléctrica, el animal la asociaba a la luz y el sonido. Aunque existían abundantes precedentes de aprendizaje selectivo en diversas especies (por ej., BREGMAN, 1934; GARCÍA, KIMMELDORF y KOELLING. 1955; THORNDIKE, 1935), este experimento produjo un enorme impacto

en el mismo núcleo central del conductismo. A pesar del escepticismo y el rechazo con que fue inicialmente recibido (GARCÍA, 1981), pronto pasó a convertirse en un grave problema. Porque lo que este experimento venía a mostrar era que los célebres estímulos "neutros" no eran tan neutros, que los elementos que se asociaban no eran arbitrarios, sino que tenían un significado, un contenido para el animal. Caía por tierra el principio de equivalencia de los estímulos. Como señala BOLLES (1985a) con cierta ironía, hasta entonces cuando se obtenía un resultado anómalo se pensaba «algo falla en la historia de refuerzos de este animal». A partir del experimento de GARCÍA y KOELLING (1966) comenzó a decirse «se trata de una rata y una rata tiene sus inclinaciones».

Muy pronto el fenómeno se confirmó no sólo en aversiones condicionadas al sabor, sino también en situaciones de evitación (BOLLES, 1970, 1972) y en otros tipos de tareas (LOLORDO, 1979). Quedaba establecida la existencia de una selectividad en el aprendizaje asociativo. Este dato no hacía sino confirmar lo que los etólogos venían demostrando desde hacía tiempo: la existencia de restricciones biológicas en el aprendizaje (HINDE y STEVENSON-HINDE, 1973; LORENZ, 1965; TINBERGEN, 1951). Pero, con todo lo amenazante que esto resultaba para la creencia conductista en un proceso general de aprendizaje (SELIGMAN, 1970), no era nada comparado con lo que se avecinaba. Pronto se comprobó que ese aprendizaje selectivo podía producirse tras un solo ensayo, con un intervalo de horas entre uno y otro estímulo e incluso sin que el animal llegase a emitir respuesta alguna (una revisión de estos efectos puede encontrarse, por ej., en BOLLES, 1975; DICKINSON, 1980; MACKINTOSH, 1983; RACHLIN, 1976; ROITBLAT, 1987; TARPY, 1985). De esta forma no sólo se ponía en entredicho el principio de equipotencialidad, sino también la propia idea de que la conducta del animal guardaba una correspondencia con las contingencias ambientales. Sencillamente, estos fenómenos eran contrarios a las leyes de la asociación y, por tanto, ponían en duda el propio núcleo central del programa conductista.

Esta misma impresión de que la conducta del animal no estaba aparentemente controlada por las contingencias se vió además reforzada por la aparición de otra serie de anomalías empíricas, tales como automoldeamiento (WILLIAMS y WILLIAMS, 1969), conductas supersticiosas inadecuadas (STADDON y SIMMELHAG, 1971), irrelevancia aprendida (MACKINTOSH, 1973), resistencias de los animales a adquirir asociaciones (BRELAND y BRELAND, 1961), fenómenos de bloqueo (KAMIN, 1969), etc. Algunos de estos fenómenos atacaban al núcleo central asociacionista y otros a algunos supuestos secundarios (contigüidad, refuerzo, etc.). Pero, en conjunto, mostraban la insuficiencia de las teorías conductistas del aprendizaje que ni siquiera agotaban todas las posibilidades del enfoque asociacionista. Ello ha desembocado en tres tipos de respuestas: el mantenimiento rígido contra viento y marea del conductismo en su versión más radical, capitaneado por el tenaz SKINNER, la búsqueda de soluciones intermedias o mixtas con planteamientos cognitivos (por ej., BANDURA, 1977; H. KENDLER, 1981; T. KENDLER, 1979; OSGOOD, 1986) y la profundización en el núcleo asociacionista, liberándolo de supuestos innecesarios. Esta última opción ha dado lugar a la aparición de un nuevo programa de investigación en el aprendizaje animal, cuyo rasgo más característico es la

adopción de un asociacionismo cognitivo. A continuación nos ocuparemos de este programa, para más adelante volver sobre las otras dos opciones.

El neoasociacionismo cognitivo

Como consecuencia de las anomalías señaladas y de la incapacidad de respuesta teórica del conductismo, en los últimos años se ha producido, según algunos autores (AGUADO, 1983; BOLLES, 1985a; DICKINSON, 1980), una auténtica revolución paradigmática en el estudio del aprendizaje animal. El nuevo programa surgido de esa revolución supone fundamentalmente una liberación del núcleo conceptual del conductismo, eliminando algunas prohibiciones innecesarias, en especial el rechazo de los procesos cognitivos, al tiempo que profundiza en sus supuestos asociacionistas (AGUADO, 1984, 1989; DICKINSON, 1980; DICKINSON y BOAKES, 1981; MACKINTOSH, 1983; RESCORLA, 1980; TARPY, 1985). El auge de este nuevo movimiento está vinculado al crecimiento de los estudios sobre cognición animal (HULSE, FOWLER y HONIG, 1978; ROITBLAT, 1987; ROITBLAT, BEVER y TERRACE, 1984; SPEAR y MILLER, 1981). Según RESCORLA (1985, pág. 37): «*Las modernas teorías del aprendizaje en organismos infrahumanos se ocupan principalmente de cómo llegan los animales a representarse su mundo de una manera precisa*». Más concretamente, estas teorías suponen que los animales, en sus interacciones con el ambiente, se forman expectativas causales que les permiten predecir relaciones entre acontecimientos. El aprendizaje consiste en la adquisición de información sobre la organización causal del entorno (DICKINSON, 1980). La forma de adquirir esa información es el establecimiento de asociaciones entre dos elementos. Ahora bien, para que el animal asocie dos elementos entre sí, no basta con que éstos sean contiguos y contingentes, es necesario además que proporcionen información sobre una relación causal.

El nuevo programa reconoce la complejidad de los conocimientos adquiridos por los animales. Sin embargo, mantiene como único mecanismo de aprendizaje la asociación y como única variación dentro del mecanismo las diferencias cuantitativas: «*se asume que el conocimiento del animal sobre la relación entre dos hechos puede siempre resumirse en un simple número: la fuerza de la asociación que hay entre ellos*» (MACKINTOSH, 1985, pág. 225). Este mecanismo tan simple lograría dar cuenta de la adquisición de representaciones de notable complejidad, debido a la considerable capacidad de procesamiento del animal y, sobre todo, a la propia complejidad de las relaciones causales que el animal aprende. En otras palabras, la complejidad reside en el ambiente, no en el animal. Este se limita, según el principio de correspondencia, a reflejarla: «*no se considera que el organismo aprenda* sobre *relaciones complicadas, sino que aprende* a causa de *esas relaciones*» (RESCORLA, 1985, pág. 40). En consecuencia, este asociacionismo cognitivo, de forma similar a lo que sucede con el procesamiento de información, está más preocupado por la forma en que se representan los conocimientos que por los propios procesos de aprendizaje. Mientras éstos son muy simples, aquéllos son muy complejos. De hecho, el concepto central en este

programa es la noción de contingencia y la forma en que ésta se representa en la mente del animal. Se han desarrollado múltiples modelos para representar esas contingencias (véase revisiones de los mismos en GRANGER y SCHLIMMER, 1986; HAMMOND y PAYNTER, 1983; ROITBLAT 1987). Todos ellos tienen en común la idea de que los organismos adquieren no sólo asociaciones positivas (excitatorias), sino también negativas (inhibitorias), e incluso la ausencia de relaciones (irrelevancia aprendida). También asumen el principio de correspondencia entre representaciones y contingencias reales. Por último, admiten un supuesto de redundancia según el cual sólo se aprenden las relaciones que proporcionan información predictiva nueva, donde, de acuerdo con la teoría de la información, ésta se define en términos de reducción de la Incertidumbre (véase AGUADO, 1989; DICKINSON, 1980; MACKINTOSH, 1983; RESCORLA, 1980; TARPY, 1985).

En general, las teorías desarrolladas dentro del programa neoasociacionista suponen que el animal aprende sobre todo relaciones E-E. En éste y en otros sentidos, este programa tiene muchas conexiones con la obra de TOLMAN (véase al respecto MACKINTOSH, 1986). Asimismo, se tiende a utilizar conceptos e ideas del procesamiento de información, equiparándose, por ejemplo, el condicionamiento clásico (E-E) al conocimiento declarativo de ANDERSON (1982, 1983) y el condicionamiento operante (R-E) al conocimiento procedural (DICKINSON, 1980). Se produce así un cambio significativo de dirección: si hasta hace poco eran los humanos los que se comportaban como ratas en laberintos, ahora son las ratas las que se comportan como los humanos (AGUADO, 1983; CARRETERO, 1986a). De hecho, el programa neoasociacionista no pretende extrapolar sus resultados a sujetos humanos ni a otro tipo de aprendizajes más complejos (DICKINSON, 1980), si bien los límites del aprendizaje asociativo no quedan definidos con suficiente claridad.

La asunción del núcleo asociacionista del conductismo «liberado» (AGUADO, 1983; RESCORLA, 1985) del supuesto antimentalista permite a los neoasociacionistas enfrentarse con cierto éxito a algunas de las anomalías que aquejaban al conductismo, además de hacer algunas predicciones nuevas, corroboradas empíricamente. En este sentido, constituye actualmente un programa progresivo. Uno de sus mayores logros ha sido aunar, bajo un único mecanismo de aprendizaje, una serie de fenómenos que en el conductismo recibían explicaciones dispares. Al admitir que el animal puede aprender no sólo relaciones positivas y negativas sino también la falta de relación entre dos estímulos (MACKINTOSH, 1973), fenómenos como la inhibición latente, el precondicionamiento sensorial, la habituación y otros aprendizajes tradicionalmente considerados «preasociativos», pasan a constituir aprendizajes asociativos de pleno derecho. Del mismo modo, en tanto postula que el animal aprende ante todo asociaciones entre estímulos, el aprendizaje latente o «conductualmente silencioso» deja de constituir una anomalía. De forma similar, la vieja distinción entre condicionamiento clásico y operante empieza a ser superada, ya que se predice que ambos tipos de condicionamiento responden en realidad a un mismo mecanismo asociativo (DICKINSON, 1980; MACKINTOSH, 1983). Esta predicción está comenzando a ser corroborada (COLWILL y RESCORLA, 1986; RESCORLA, 1987). Por último, el fenómeno de «bloqueo» de KAMIN (1969) es

plenamente asumible al suponer que el animal tan sólo aprende relaciones informativas y, por tanto, los estímulos que no proporcionan información predictiva nueva, que no reducen la incertidumbre ambiental, son desechados por irrelevantes.

En definitiva, el neoasociacionismo supone una reafirmación del principio de correspondencia, gracias a la cual «normaliza» algunos datos anómalos. Su posición con respecto al principio de equipotencialidad resulta más ambigua. Aunque se admite la existencia de una selectividad en el aprendizaje, no se renuncia a la existencia de un proceso general de aprendizaje (AGUADO, 1983; DICKINSON, 1980; RESCORLA, 1985). Aunque se renuncia a la extrapolación de los datos y se importan modelos de la psicología cognitiva humana en vez de exportarlos, no se especifica cuáles son los límites del aprendizaje asociativo ni la función que éste cumple en los humanos. Aunque se reconoce la diversidad ambiental, no queda claro si todos los ambientes pueden «aprenderse» asociativamente o no. Estas ambigüedades muestran hasta qué punto la equipotencialidad es un supuesto inherente al programa asociacionista. El programa puede aceptar ciertas limitaciones a la equivalencia de los ambientes y los organismos, pero no integrarlas en sus modelos teóricos. A pesar del avance que supone con respecto al conductismo tradicional, el neoasociacionismo tiene unos límites explicativos cercanos a los del propio conductismo, ya que el núcleo central de su teoría no ha cambiado, sólo se ha «liberalizado».

Por ello, si bien el neoasociacionismo logra superar algunas de las anomalías que afectaban a aspectos secundarios del conductismo, fracasa ante los desafíos que van dirigidos al corazón del conductismo, que es también su propio corazón. En realidad, del conductismo al neoasociacionismo no hay cambio de paradigma o núcleo central. Los cambios se producen únicamente en el cinturón protector, es decir, en los supuestos secundarios del conductismo.

Así, veamos cómo responde a las anomalías fundamentales sufridas por el conductismo como teoría del aprendizaje: la existencia de preferencias selectivas en el aprendizaje y la falta de correspondencia entre lo que el organismo aprende y las contingencias reales. Los neoasociacionistas reconocen que no todas las asociaciones se adquieren con la misma facilidad (DICKINSON, 1980; RESCORLA, 1985), pero ello no implica la existencia de mecanismos del aprendizaje distintos de la asociación, por lo que mantienen su creencia en un proceso general del aprendizaje (por ej., AGUADO, 1983; DICKINSON, 1980; RESCORLA, 1980; REVUSKY, 1985). Según ellos, «*las relaciones cualitativas modulan el éxito del aprendizaje, pero no pueden cambiar su naturaleza*» (RESCORLA, 1985, pág. 46). Lo que varía es el grado en que el animal está biológicamente preparado (SELIGMAN, 1970) para determinados aprendizajes, pero no los mecanismos básicos del aprendizaje, que siguen siendo exclusivamente asociativos. En otras palabras, se recurre al innatismo para evitar los problemas derivados de la naturaleza selectiva del aprendizaje, pero sin que ésta quede incorporada al núcleo central del programa. En último extremo, es algo que tendrán que explicar los biólogos y no los psicólogos del aprendizaje. Estos, entretanto, siguen trabajando en la medida de lo posible con tareas «apreparadas» (SELIGMAN, 1970), es decir, a la vieja usanza asociacionista, siguen usando estímulos «neutros», arbitrarios.

La razón de la no incorporación de la selectividad al núcleo central del programa es simple: sencillamente el asociacionismo no puede explicar nunca el origen de los significados. En el próximo capítulo analizaremos con más detenimiento este problema. Por ahora señalaremos que la razón de esa imposibilidad reside en la naturaleza exclusivamente *sintáctica* del programa asociacionista. Las teorías sintácticas o formales se ocupan exclusivamente de la relación entre elementos, sean estos estímulos o enunciados lógicos, viéndose obligadas a suponer la equivalencia funcional de los elementos relacionados. En su carácter de teorías formales, no pueden decirnos nada sobre la naturaleza de esos elementos (significados). Ni el contenido puede reducirse a forma ni la semántica a sintaxis, ya sea en el aprendizaje animal, en la psicología del pensamiento (por ej., CARRETERO, 1985a; CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984a; POZO, 1988b), o en el aprendizaje de conceptos (véase más adelante, capítulos IV y V). Como señala BOLLES (1985a, pág. 193) «*el defecto capital de la posición asociacionista es que no puede proporcionar ninguna razón convincente por la que una cosa es más fácil o más difícil de aprender que otra.*» Cuando se encuentra con un hecho así, su única alternativa es regresar a la caverna platónica y recurrir al innatismo.

Los neoasociacionistas siguen creyendo necesariamente en el principio de equivalencia de los estímulos. Por desgracia para ellos, las ratas no son de la misma opinión. Esta discrepancia posiblemente se deba a que parte de esa complejidad que estos autores atribuyen al ambiente resida en la propia rata. Este es otro de los males endémicos que arrastra el asociacionismo: el llamado «problema humeano» (DENNETT, 1978; RUSSELL, 1984; también más adelante, Cap. III). En un programa asociacionista necesariamente el sujeto ha de carecer de organización. Esta provendrá siempre de *fuera* del sujeto. Así, al atribuir al animal expectativas causales se hace desde un modelo de causalidad que no es tal: el acausalismo humeano (véase POZO 1987a). Esta concepción de la causalidad niega la existencia de vínculos causales y la reduce a una mera sucesión de acontecimientos contiguos y contingentes. Así, el rayo será la causa del trueno y el sonido de una timbre causará la huida de una rata ante la descarga que se avecina. Las causas están fuera del organismo. Como decía RESCORLA, el animal aprende «porque» el mundo es complejo. La explicación del aprendizaje no reside en el animal sino en el mundo. Se habla de atención animal (por ej., ROITBLAT, 1987), pero son los estímulos los que compiten por los recursos atencionales, no el animal el que busca activamente (BOLLES, 1985b). En este sentido, el nuevo programa es susceptible de las mismas críticas con que se azotaba al conductismo: no se interesa por la conducta significativa del organismo ni intenta explicarla (BOLLES, 1985b) y sigue considerando el aprendizaje como algo que le «ocurre» al animal, no como algo que éste realiza activamente. Sigue siendo válida la crítica que REVUSKY (1985, pág. 407) hace refiriéndose al conductismo: «*a los conductistas tradicionales les resultaba sencillamente inconcebible que el aprendizaje sobre el entorno fuera algo simplemente natural en los animales, en el mismo sentido que es natural en ellos crecer, respirar y reproducirse*».

La creencia en el principio de correspondencia –o isomofismo entre las representaciones y el mundo real– plantea nuevos problemas al programa neoaso-

ciacionista. Supone que el sujeto se representa el mundo mediante la detección de contingencias y, sin embargo, ninguno de los modelos de detección de contingencias elaborados hasta el momento es suficiente para explicar los propios datos generados por las investigaciones realizadas desde este enfoque (HAMMOND, y PAYNTER, 1983). Además, en numerosas ocasiones los sujetos adquieren representaciones que difieren de las contingencias reales, como sucede posiblemente en algunos casos de indefensión aprendida (SELIGMAN, 1975), si bien ALLOY y ABRAMSON (1979) sostienen lo contrario, que son los sujetos no indefensos los que detectan erróneamente –con excesivo optimismo– las contingencias reales. Mientras se mantiene que las representaciones de los animales en situaciones de condicionamiento reflejan las contingencias reales, existen múltiples datos que muestran que los humanos detectan de modo sesgado la contingencia real entre dos hechos (por ej., ALLOY y TABACHNIK, 1984; CARRETERO, PÉREZ ECHEVERRÍA y POZO, 1985; CROCKER, 1981; NISBETT y ROSS, 1980; PÉREZ ECHEVERRÍA, 1988; POZO, 1987a; WEISZ, 1983). Es difícil explicar esta aparente divergencia en la actualidad, aunque podría deberse a diferencias metodológicas entre ambos tipos de estudios (NISBETT y ROSS, 1980), así como a la falta de experimentos que hayan investigado de modo sistemático todo el «espacio de contingencia» en uno y otro campo (DICKINSON, 1980). Se están comenzando a realizar esfuerzos de convergencia en uno y otro sentido (DICKINSON y SHANKS, 1985; DICKINSON, SHANKS y EVENDEN, 1984; HOLLAND, HOLYOAK, NISBETT y THAGARD, 1986; SHANKS, 1984). Algunos indicios apuntan a que esa convergencia obligará a una especie de pacto intermedio: ni los sujetos son insensibles a las contingencias ni se atienen rígidamente a ellas. De hecho, existen ya algunos datos con humanos que muestran que son sensibles a la contingencia real, pero no respetan el principio de correspondencia (CARRETERO, PÉREZ ECHEVERRÍA y POZO, 1985; PÉREZ ECHEVERRÍA, 1988). De cualquier modo, resulta más fácil interpretar estos datos desde modelos constructivistas o interactivos, por lo que suponen un serio reto para las posiciones asociacionistas.

El acercamiento de la psicología cognitiva animal al procesamiento humano de información muestra no sólo algunas divergencias, sino también notables convergencias y paralelismos (una excelente muestra de unos y otros puede encontrarse en NILSSON y ARCHER, 1985). Hasta la fecha el acercamiento ha sido más bien unidireccional: ha sido el cognitivismo animal el que ha incorporado términos y conceptos del procesamiento de información (RILEY, BROWN y YOERG, 1986; ROITBLAT, 1987; SPEAR y MILLER, 1981), pero esa tendencia puede comenzar a invertirse en la medida en que los estudios con animales permitan hacer predicciones relevantes para la cognición humana (por ej., MACKINTOSH, 1985). De hecho, como veremos más adelante, las convergencias entre asociacionismo animal y procesamiento humano de información son mayores de lo que suele admitirse comúnmente. En este sentido, el nuevo programa de investigación en aprendizaje animal que hemos etiquetado como «neoasociacionismo cognitivo», si bien no supone una ruptura radical con los presupuestos conductistas y está sujeto a las limitaciones de todo programa asociacionista, (recogidas en la Figura 2.1), ha supuesto no sólo una revitalización de los estudios sobre aprendizaje animal, sino

también una esperanza para la realización de auténticas investigaciones comparadas en el campo del aprendizaje, que tan necesarias resultan para conocer empíricamente los límites no sólo del proyecto asociacionista, sino también del resto de los programas de investigación.

El conductismo en la actualidad

Aunque se ha llegado en algunos casos a certificar la muerte del conductismo, lo cierto es que, además del programa de investigación que acabamos de comentar, que posiblemente constituye la más sólida y fecunda continuación del conductismo original, hay algunos signos de vida, e incluso de vitalidad, en el conductismo. Desde luego, como dice el profesor SEOANE, (1982b) si el conductismo está muerto, entonces es un «muerto viviente». De entre los *zombies* conductistas sin duda el más perseverante y tenaz es SKINNER. Criticando y despreciando al mismo tiempo a la psicología cognitiva (SKINNER, 1978, 1985) su obra sigue fiel a sí misma y en constante crecimiento (SKINNER, 1981, 1983, 1984). Si resulta difícil compartir sus ideas, es justo reconocer la coherencia con que siempre las ha mantenido. Su conductismo consecuente, más que radical, constituye sin duda una de las aportaciones más relevantes para la psicología científica. Queda la duda de si llegará a hablarse de un «skinnerismo» sin SKINNER. RIBES (1982; RIBES y LÓPEZ VALADEZ, 1985) ha iniciado un interesante proyecto de síntesis entre las posiciones de SKINNER y la psicología interconductual de KANTOR (1959) que puede dotar al sujeto del conductismo, si no de una estructura propia, al menos de una estructura interactiva, tendiendo hacia análisis crecientemente molares.

Aunque existen otros muchos autores que, en estos tiempos difíciles, se siguen reconociendo a sí mismos como conductistas (por ej., BLACKMAN, 1983; EYSENCK, 1986; RACHLIN, 1986; ZURIFF, 1986 y un largo etcétera), tal vez la mayor continuación del conductismo se produzca fuera de su propio territorio, o al menos en las lindes del mismo. Existen numerosos autores que desde posiciones claramente conductistas han ido acercándose a los presupuetos cognitivos, encontrando que, tal como hemos intentado mostrar, ambos supuestos no son necesariamente incompatibles. Todo depende del tipo de conductismo y cognitivismo que se asuma. Entre estos proyectos «mixtos» cabría citar la teoría del aprendizaje social de BANDURA (1977) y su más reciente teoría de la autoeficacia (BANDURA, 1986), y las posiciones mediacionales de KENDLER, (1981), OSGOOD (1986) o ROSENTHAL y ZIMMERMAN (1978), o la teoría de la instrucción de GAGNÉ (1975, 1985). Si bien es cierto que la mayor parte de estos proyectos van virando cada vez más hacia posiciones de procesamiento de información (comparénse al respecto las sucesivas ediciones de *The conditions of learning* de GAGNÉ, desde 1965 a 1985), sigue habiendo una influencia conductista en todos ellos, una influencia no sólo metodológica, sino también teórica que posiblemente ha hecho más fácil su acercamiento al procesamiento de información.

Pero donde más vivo sigue el conductismo es allí donde siempre se preocupó

por estar. Si la posición académica del conductismo se tambalea gravemente, su posición fuera de la Academia resulta bastante más holgada, en especial en su aplicación a la modificación de conducta. Si bien es cierto que el trabajo en este campo tiende hacia un eclecticismo creciente, una nueva mixtura de conductismo y cognitivismo (BOTELLA, 1986; MAHONEY, 1974; MAYOR y LABRADOR, 1984), es justo reconocer que la mayor aportación teórica ha provenido de posiciones conductistas. Aunque las teorías conductistas del aprendizaje sean insuficientes para dar respuesta a más de un problema relevante en la modificación de conducta, la supervivencia del conductismo en éste y en otros campos depende en gran medida de la aparición de teorías o programas alternativos más potentes, con un exceso de contenido empírico con respecto a lo ofrecido por el conductismo. En el estado acutal de la psicología, más allá de alternativas prácticas como las terapias cognitivas (p. ej., MAHONEY, y FREEMAN, 1985), esto equivale a afirmar que los días de vida del conductismo dependen de la capacidad de la psicología cognitiva, y más específicamente del procesamiento de información, para proponer una teoría del aprendizaje teórica y prácticamente más progresiva que el conductismo y sus continuaciones actuales. Las próximas páginas estarán dedicadas a analizar si el procesamiento de información está en condiciones de lograr tal cosa.

CAPITULO III

El procesamiento de información como programa de investigación

Imaginen un helenista, un enamorado del griego, que sabe que en su país apenas si hay niños estudiando griego. Este hombre viaja a otro país y observa encantado que todo el mundo estudia griego, incluso los niños pequeños en la escuela elemental. Asiste al examen de un estudiante que aspira a graduarse en griego y le pregunta: «¿Qué ideas tenía Sócrates acerca de la relación entre Verdad y Belleza?». El estudiante no sabe qué responder. Pero cuando le pregunta: «¿Qué le dijo Sócrates a Platón en el Tercer Simposio?», al estudiante se le ilumina el rostro y arraca «*Brrrrr-up*» y le suelta entero, palabra por palabra, en un griego maravilloso, todo lo que Sócrates dijo.

¡Pero de lo que Sócrates hablaba en el Tercer Simposio era de la relación entre Verdad y Belleza!

Lo que este helenista descubre es que los estudiantes de este otro país aprenden griego a base de pronunciar las letras, después las palabras, y después, frases y párrafos. Son capaces de recitar, palabra por palabra, todo lo que Sócrates dijo, sin darse cuenta de que esas palabras en realidad *significan* algo. Para los estudiantes no son más que sonidos artificiales. Nadie las ha traducido en palabras que los estudiantes puedan comprender.

Richard Feynman. *¿Está usted de broma, Sr. Feynman?*

Los orígenes de la nueva psicología cognitiva

Para desgracia de los historiadores y de los que, por una u otra razón, nos ocupamos de rastrear sus orígenes, la psicología cognitiva actual carece de manifiesto fundacional y de partida de nacimiento. Pero, como toda revolución que se precie ha de tener una fecha que sirva de referencia simbólica, hay quien sitúa la toma del Palacio de Invierno de la Psicología el 11 de septiembre de 1956, con

motivo del Segundo Simposio sobre Teoría de la Información celebrado en el *Massachusetts Institute of Technology* (M.I.T.). Allí se reunieron figuras tan relevantes para la psicología cognitiva contemporánea como CHOMSKY, NEWELL, SIMON y G.A. MILLER, que es quien propone esa fecha como origen del nuevo movimiento (véase KESSEL y BEVAN, 1985; también GARDNER, 1985 o BRUNER, 1983). Tanta precisión parece excesiva, pero lo que sí es cierto es que el año 1956 suele «consensuarse» como fecha de inicio de la nueva psicología cognitiva. Ese año se publicaron algunos de los trabajos fundacionales del nuevo movimiento, que no sólo marcaron la dirección que habían de tomar los acontecimientos futuros sino que también, retrospectivamente, nos informan de las principales influencias que ayudaron al triunfo de la «revolución»[1].

Aquel año vió la luz un artículo de G.A. MILLER (1956) que ocupa ya un lugar propio en la historia de la psicología. El artículo se titulaba «El mágico número siete más o menos dos. Algunos límites de nuestra capacidad para procesar información» y en él, MILLER, basándose en las ideas de la «Teoría de la Comunicación» de SHANNON (1948) y otros autores, sostenía que los seres humanos tenemos una capacidad como canal de información limitada a siete (más o menos dos) ítems simultáneos. También aquel año CHOMSKY daba a conocer sus ideas sobre la nueva lingüística, basada en reglas formales y sintácticas, tan próximas a las formalizaciones matemáticas, que desembocaría al año siguiente en la publicación de *Estructuras sintácticas* (CHOMSKY, 1957). Igualmente, NEWELL y SIMON, daban a conocer en el Simposio celebrado en el M.I.T. uno de sus primeros trabajos (*The logic theory machine*) en el que presentaban por primera vez un programa de ordenador capaz de hacer la demostración de un teorema. Los trabajos de estos autores eran tal vez el mejor exponente de lo que la tecnología computacional podía proporcionar a la nueva psicología, como muy pronto se demostraría (NEWELL, SHAW y SIMON 1959; NEWELL y SIMON, 1972). Por último, aquel mismo año BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) publicarían *A study of thinking*, obra capital en la psicología del pensamiento y la solución de problemas y posiblemente el trabajo más influyente en la investigación sobre adquisición de conceptos artificiales.

En su conjunto, estas obras son suficientemente ilustrativas no sólo de las influencias recibidas por la nueva psicología cognitiva sino también de los derroteros que posteriormente ésta iba a tomar. Tal vez la psicología hubiese acabado adoptando un enfoque predominantemente cognitivo aunque no se hubiese producido la revolución tecnológica impulsada por las necesidades bélicas de la Segunda Guerra Mundial, dada la propia evolución interna del conductismo, pero el *tipo* de psicología cognitiva que se produjo a partir de aquel 1956 sólo es comprensible si se considera como una consecuencia más del nuevo mundo científico abierto por «las ciencias de lo artificial» (SIMON, 1973). Así lo afirma BRUNER

---

[1] Análisis de las causas y los avatares de ese triunfo pueden encontrarse entre otros en Arnau (1982), Bruner (1983), Caparrós (1979, 1980), Carretero (1986a), Gardner (1985), Kessel y Bevan (1985), Knapp (1986), Lachman y Lachman (1986), Lachman, Lachman y Butterfield (1979), Mayor (1980), Posner y Shulman (1979), de Vega (1984) y Zaccagnini y Delclaux (1982).

(1983, págs. 107-108 de la trad. cast.), uno de los padres fundadores: «*Hoy me parece claro que la "revolución cognitiva" constituyó una respuesta a las demandas tecnológicas de la Revolución Postindustrial*». El nuevo movimiento cognitivo adoptó un enfoque acorde con esas demandas y el ser humano pasó a concebirse como un procesador de información.

Hay quien, además del impulso recibido de las ciencias de la computación, considera que la nueva psicología cognitiva recoge también la influencia de una serie de autores como BINET, PIAGET, BARTLETT, DUNCKER, VYGOTSKII, etc., que venían trabajando desde supuestos cognitivos (KESSEL y BEVAN, 1985; MAYER, 1981; SIGEL, 1981). Es bien cierto, como señalan CARRETERO (1986a) y PINILLOS (1983), que el estudio de los procesos cognitivos no se inicia en 1956 sino mucho antes. La psicología cognitiva tenía una larga y fructífera tradición, especialmente en Europa, donde la respuesta al fracaso del asociacionismo estructuralista fue bien diferente de la habida al otro lado del océano: mientras los psicólogos americanos se entregaban a una nueva forma de asociacionismo, algunos psicólogos europeos, como los anteriormente mencionados, mantenían viva la llama de una psicología cognitiva basada en supuestos constructivistas. Eran dos formas distintas de entender la psicología, dos culturas científicas distintas. Resulta difícilmente creíble en este contexto la influencia de esa psicología europea en el nacimiento del nuevo cognitivismo. Tal influencia viene desmentida en primer lugar por los propios análisis históricos realizados sobre este período. En el primer manual de *Psicología Cognitiva*, NEISSER (1967) no menciona tales influencias. Tampoco LACHMAN, LACHMAN y BUTTERFIELD (1979), en su clásico e influyente análisis de la «revolución cognitiva», hacen referencia a la psicología cognitiva europea (con la excepción de BARTLETT, el único anglosajón de todos ellos).

Pero existe una razón más profunda, en nuestra opinión, para desmentir esa posible influencia y es el rumbo seguido por la nueva psicología cognitiva con la adopción del procesamiento de información. Este enfoque, como intentaremos mostrar más adelante, es radicalmente distinto de la posición racionalista y constructivista adoptada por la psicología europea de entreguerras. Nos encontramos ante dos formas distintas de entender la psicología cognitiva, con lenguajes diferentes que hacen muy difícil la comprensión mutua. Así lo atestigua NORMAN, uno de los autores más relevantes del procesamiento de información, al referirse a PIAGET en una entrevista realizada por J.J. APARICIO (1980, pág. 17): «*aunque hablamos de cosas similares, nuestro lenguaje es tan diferente que a mí me resulta muy difícil entender a* PIAGET, *con lo cual me siento incapaz de decirte cuáles son nuestras relaciones, porque no puedo traducir su forma de hablar a la mía. Lo he intentado. He intentado leerle y he hablado con muchas personas... Nuestras perspectivas son incompatibles*». Puede que se esté superando esa diferencia de lenguajes o que no todos los autores estén de acuerdo con NORMAN, pero lo cierto es que la psicología cognitiva europea está siendo paulatinamente redescubierta, como muestra no sólo el caso de PIAGET, sin duda la figura más relevante para entender la psicología del desarrollo cognitivo actual, sino también el de VYGOTSKII (por ej., CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1983; RIVIÈRE, 1985; SIGUAN, 1987; WERTSCH, 1985) y la propia *Gestait* (BECK, 1982; HENLE, 1985; ROBERTSON,

1986) o la recuperación de BARTLETT (1932) en el marco de una nueva teoría de los esquemas (por ej., BREWER y NAKAMURA, 1984). Tales «recuperaciones», no exentas de malentendidos y paradojas (por ej., KESSEL y BEVAN, 1985), constituyen en nuestra opinión un rasgo significativo de la evolución de la psicología cognitiva actual y una muestra de las insuficiencias del procesamiento de información como enfoque psicológico, a las que nos referiremos más adelante.

Puestos a buscar una filiación al procesamiento de la información dentro de la psicología, tal vez haya que buscarla precisamente en el conductismo. A pesar de la clásica etiqueta de la «revolución cognitiva» hay una insistencia creciente en el carácter continuista del procesamiento de información con respecto al conductismo (CARRETERO, 1986a; ESTES, 1985; KENDLER, 1984; KNAPP, 1986; LUCCIO, 1982; RUSSELL, 1984). Resulta que la «revolución cognitiva» la hicieron los hijos del conductismo (los «conductistas subjetivos» según se definen MILLER, GALLANTER y PRIBRAM, 1960). Queda por saber si mataron realmente al padre, si el nuevo programa emergente –el procesamiento de información– supone una ruptura real con el núcleo central del programa anterior. Para ello, nada mejor que intentar descubrir cuál es el propio núcleo central de ese nuevo programa.

El núcleo central del procesamiento de información

Aunque el concepto de psicología cognitiva constituya un caso más de «categoría natural» o mal definida dentro de las escuelas psicológicas (RIVIÈRE, 1987), la labor de definir su núcleo conceptual se ve en este caso facilitada por la existencia de un programa dominante, como es el procesamiento de información. El concepto de psicología cognitiva es más amplio que el de procesamiento de información. Según RIVIÈRE (1987, pág. 21) «*lo más general y común que podemos decir de la Psicología Cognitiva es que refiere la explicación de la conducta a* entidades mentales, *a estados, procesos y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un* nivel de discurso propio». En esta definición de psicología cognitiva entraría no sólo el procesamiento de información, sino también autores como PIAGET, VYGOTSKII o la moderna psicología cognitiva animal que analizábamos en el capítulo anterior: todos ellos coinciden en que la acción del sujeto está determinada por sus representaciones. Pero el procesamiento de información es más restrictivo: propone que esas representaciones están constituidas por algún tipo de cómputo. Según LACHMAN, LACHMAN y BUTTERFIELD (1979, págs. 114-117) el procesamiento de información considera que «*unas pocas operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc., pueden, en último extremo, dar cuenta de la inteligencia humana y la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas con respecto al futuro*». Dado que el procesamiento de información es el programa dominante en la psicología cognitiva actual y que, en un sentido histórico, es el que desbancó al conductismo, centraremos la exposición en analizar su programa, comprobando en qué medida difiere del propio conductismo y en qué medida constituye un programa progresivo con respecto a él, especialmente

en el contexto del aprendizaje. Por último, nos referiremos a las posibles alternativas cognitivas al procesamiento de información.

A pesar de la facilidad concedida por la existencia de un programa dominante, la tarea de definir su núcleo conceptual sigue resultando difícil porque ese programa, a su vez, discurre por dos caminos distintos. La concepción del ser humano como procesador de información se basa en la aceptación de la analogía entre la mente humana y el funcionamineto de un computador. Para ser exactos, se adoptan los programas de computador como metáfora del funcionamiento cognitivo humano. Esta analogía está en cierto modo basada en el «test de TURING», según el cual si la ejecución de dos sistemas de procesamiento en una determinada tarea alcanza tal semejanza que no pueden distinguirse el uno del otro, ambos sistemas deben considerarse idénticos. Existen dos versiones de esta metáfora (DE VEGA, 1982). Mientras que la versión *fuerte* admite una equivalencia funcional entre ambos sistemas, la versión *débil* se limita a aceptar parte del vocabulario y de los conceptos de la informática, sin llegar a afirmar esa equivalencia. Aunque esta distinción es real, para los propósitos de nuestro trabajo no resulta demasiado esclarecedora. Ello se debe a que mientras la versión fuerte de la metáfora –que es la adoptada por la inteligencia artificial y por la ciencia cognitiva– especifica claramente sus presupuestos, ya que adopta un sistema bien definido como modelo, la versión débil resulta ambigua, al no especificar los límites de la aceptación de la metáfora. Como en las viejas adivinanzas, podemos preguntarle a alguien que asuma la versión débil en qué se parece la mente humana a un programa de computador. Si la respuesta es: «en que ambos tienen representaciones con eficacia causal» o «en que ambos procesan información», la metáfora será trivial a menos que se especifique en qué consisten esas representaciones o cómo se procesa exactamente la información. Pero los partidarios de la versión débil no logran siquiera definir con precisión lo que es la información (por ej., PALMER y KIMCHI, 1986). En estas condiciones, el procesamiento de información, en su versión débil, es un programa vago y difícilmente analizable. Por ello, en nuestra búsqueda de los postulados básicos del procesamiento de información, consideraremos que sólo la versión fuerte constituye un programa coherente y contrastable. Según esta idea, el hombre y el computador son sistemas de procesamiento de propósitos generales, funcionalmente equivalentes, que intercambian información con su entorno mediante la manipulación de símbolos. Según esta concepción, tanto el ser humano como el computador son verdaderos «informívoros» (PYLYSHYN, 1984), son sistemas cognitivos cuyo alimento es la información; y aquí la información tiene un significado matemático muy preciso de reducción de la incertidumbre.

Al igual que hicimos en el caso del conductismo, la Figura 3.1 pretende destacar los rasgos centrales y periféricos más importantes del procesamiento de información como enfoque psicológico. También aquí, la adscripción de una característica, bien al núcleo central o bien al cinturón protector, puede ser controvertida y dependerá no sólo de la perspectiva teórica adoptada sino también del área desde la que se analice, en este caso el estudio del aprendizaje.

Comparando la Figura 2.1, que recogía los rasgos esenciales del conductis-

mo como programa de investigación en psicología del aprendizaje, con la Figura 3.1., puede comprobarse que, en el paso del conductismo al procesamiento de información, se han introducido numerosos cambios en el cinturón protector. Así, si el conductismo se centraba esencialmente en el estudio del aprendizaje, mediante teorías basadas en el análisis de los estímulos y las respuestas, el procesamiento de información, en la medida en que se ocupa del estudio de las representaciones, ha generado ante todo *teorías de la memoria.* De hecho, la propia metáfora computacional conduce necesariamente a considerar la memoria como la estructura básica del sistema de procesamiento. De esta forma, las ideas reduccionistas que abundaban en el conductismo se ven reemplazadas por la aceptación de *procesos cognitivos causales,* como los procesos de atención, los procesos y estructuras de memoria, etc. Por consiguiente, en lugar de posiciones ambientalistas, el procesamiento de información defenderá la *interacción de las variables del sujeto y las variables de la tarea* o situación ambiental a la que está enfrentado el sujeto. Por último, el sujeto del conductismo, fundamentalmente pasivo y receptivo, se convierte en un *procesador activo de información*, en un «informívoro» que busca y reelabora activamente información.

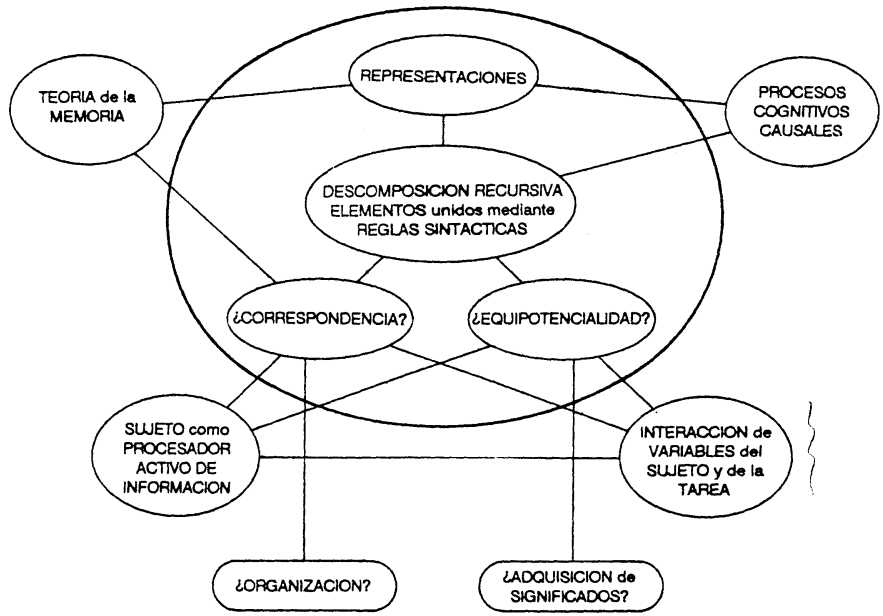


FIGURA 3.1. El procesamiento de información como programa de investigación científica. Se distinguen nuevamente el *núcleo central* y el *cinturón protector* con el fin de comprobar si existe un cambio de programa –es decir, del núcleo central– con respecto al conductismo (compárese con la Figura 2.1.). El posible cambio de programa depende de la asunción de los principios de correspondencia y de equipotencialidad –y las anomalías consiguientes– por parte del procesamiento de información. La explicación y posible respuesta a esos interrogantes se desarrolla en el texto.

Ahora bien, todos estos cambios producidos afectan a características que hemos considerado externas al propio núcleo central del programa conductista y por tanto, según las ideas de LAKATOS (1978), no suponen necesariamente la existencia de un cambio de programa de investigación en el estudio del aprendizaje. Para averiguar si esto es así realmente es necesario analizar cuál es el núcleo central del procesamiento de información.

El supuesto fundamental del procesamiento de información, tal como lo conocemos, es la llamada *descomposición recursiva* de los procesos cognitivos, por la que «*cualquier hecho informativo unitario puede describirse de modo más completo en un nivel más específico (o "inferior") descomponiéndolo en sus hechos informativos más simples*» (PALMER y KIMCHI, 1986, pág. 47). En otras palabras, cualquier proceso o ejecución cognitiva puede ser comprendido reduciéndolo a las unidades mínimas de que está compuesto. Esas unidades más pequeñas, que tienen una naturaleza discreta en lugar de continua, se unen entre sí hasta constituir un «programa». Las regias mediante las que se unen tienen también propiedades significativas: las distintas partes (o subprocesos) en que puede descomponerse un programa (o proceso) consumen tiempo de un modo serial y aditivo. Este postulado de la linealidad y aditividad en el procesamiento de información descansa además en el supuesto de la independencia entre las distintas partes o segmentos del proceso y está a la base del uso de la cronometría mental, o medición de los tiempos de reacción, como uno de los métodos más eficaces para el estudio del procesamiento de información humano (por ej., COLLINS y QUILIAN, 1969; POSNER, 1978; STERNBERG, 1969). En otras palabras, se supone que las computaciones son aditivas, seriales e independientes entre sí, dado que la naturaleza de una de esas computaciones no afecta al tiempo consumido por las restantes. Así, por ejemplo, en los modelos de memoria semántica, el tiempo de procesamiento es función del número de nodos o del «espacio» (ROEDIGER, 1980) recorrido, así como de la frecuencia de activación de esos nodos, pero no de su contenido o naturaleza (por ej., ANDERSON, 1983; COLLINS y LOFTUS, 1975). Aunque están comenzando a aparecer modelos que postulan un procesamiento al menos parcialmente en paralelo (por ej., ANDERSON, 1983; HOLLAND y cois., 1986; RUMELHART, MCCLELLAND y grupo PDP, 1986), en lugar de un procesamiento plenamente serial, sigue manteniéndose el supuesto de que los procesos cognitivos son descomponibles en unidades u operaciones más simples, independientes en su contenido y de carácter discreto.

De la característica anterior se deducen otros rasgos importantes del núcleo conceptual del procesamiento de información. Uno de ellos es que los programas de computador y el funcionamiento cognitivo humano están definidos por leyes exclusivamente *sintácticas*: se ocupan de determinar las reglas mediante las que esas unidades se agregan hasta constituir procesos complejos. Otra forma de expresar esto mismo es afirmar que tanto el ser humano como el computador están concebidos como sistemas lógicos o matemáticos de procesamiento de información, constituidos exclusivamente por procedimientos formales. Esta afirmación resulta trivial en el caso del computador pero, en su aplicación a la psicología, implica considerar la suficiencia o coherencia lógica como criterio rector del proce-

samiento (DE VEGA, 1981). Así, para que el procesamiento se lleve a efecto han de estar definidas, sin ninguna ambigüedad, las sucesivas operaciones que el sistema debe realizar (DE VEGA, 1982). Esta naturaleza sintáctica del sistema queda claramente reflejada en su definición como un procesador de propósitos generales. En otras palabras, se está afirmando que la lógica computacional es suficiente por sí misma para representar cualquier conocimiento, lo cual pone en duda su capacidad para enfrentarse a las dos grandes anomalías observadas en el conductismo en relación con los principios de equivalencia y correspondencia, sobre los que volveremos más adelante.

Existen otros supuestos importantes del procesamiento de información que se derivan directamente de su aceptación de la metáfora computacional. Entre ellos están la irrelevancia de la cultura y la afectividad (GARDNER, 1985; DE VEGA, 1985b) y de los factores filogenéticos (DE VEGA, 1982/1983) y ontogenéticos (CARRETERO, 1986a). Obviamente no es que la ciencia cognitiva niegue la existencia de estos factores, pero «construye» un sistema de procesamiento al margen de ellos. Esta restricción es muy importante para comprender el programa de investigación del procesamiento de información y sus posibilidades de ofrecernos una teoría del aprendizaje. Pero es también relevante para juzgar otro de los rasgos que suele atribuirse al núcleo central de este programa. Es ya casi un lugar común afirmar que, por oposición al conductismo, el procesamiento de información proporciona una concepción «constructivista» del ser humano (por ej., CHI y REES, 1983; LACHMAN, LACHMAN y BUTTERFIELD, 1979; MANDLER, 1985; PALMER y KIMCHI, 1986; SHUELL, 1986). La idea constructivista (o negación del principio de correspondencia que en el capítulo anterior consideramos como una de las ideas nucleares del conductismo) se basa en la existencia de una *mente* que mediante procesos dirigidos «desde arriba» *(top-down)* determina la forma en que la información será procesada y la naturaleza de las representaciones «construidas» por el sujeto. Por tanto, si el constructivismo, como antítesis del asociacionismo conductista, presupone la existencia de una mente, debemos indagar en la teoría de la mente propuesta por el procesamiento de información. Sólo así podremos saber si el nuevo programa abandona los principios de equivalencia y correspondencia del asociacionismo, con lo que implicaría un cambio radical con respecto al conductismo, o si, por el contrario, se mantiene fiel a la doctrina asociacionista.

El procesamiento de información como teoría de la mente

En la presente década estamos asistiendo al resurgimiento de la mente en la psicología. A pesar de sus supuestos aires revolucionarios, el procesamiento de información ha mantenido vigentes muchas de las prohibiciones y tabúes del conductismo. El término «cognitivo» fue siendo aceptado poco a poco, una vez que BRUNER y MILLER «lo clavaron en la puerta» de su Centro de Estudios Cognitivos fundado en Harvard en 1960. Aun así, fue considerado «demasiado mentalista por muchos científicos objetivos» según relata el propio MILLER (en BRUNER, 1983). Mucho más «mentalista» debía parecerles, y con razón, el término

«mente», por lo que la proscripción ha permanecido en vigor hasta tiempos más recientes (en unión de otros tabúes como la conciencia, la intencionalidad o la subjetividad). Sin embargo, la mente ha acabado por regresar a la psicología, tal vez porque se ha comenzado a comprender que todos los procesos cognitivos que tan abundante y detalladamente se venían estudiando debían formar parte de un sistema común. La reaparición de la mente supone, sin embargo, un desafío importante para el programa dominante del procesamiento de información. ¿Hasta qué punto un programa basado en los supuestos que acabamos de relatar está en condiciones de proporcionar una teoría de la mente? En uno de los más lúcidos y ácidos análisis de los supuestos de la ciencia cognitiva, SEARLE (1984) establece cuatro rasgos que cualquier explicación satisfactoria de la mente debería tomar en cuenta:

a) la existencia y el funcionamiento de la conciencia;
b) la intencionalidad de los estados mentales;
c) la subjetividad de los estados mentales;
d) la existencia de una causación mental.

Estos cuatro puntos han sido casi tan extraños al procesamiento de información como lo habían sido antes al conductismo. Sin embargo, actualmente se nota un interés, o una necesidad, por incorporar algunos de estos aspectos al sistema de procesamiento (por ej., MANDLER, 1985). Es dudoso hasta qué punto esto es posible.

La *conciencia* es uno de los grandes ausentes en el programa cognitivo dominante. Según revela un reciente análisis del contenido de los manuales de Psicología Cognitiva realizado por CARRETERO (1986a) la conciencia es uno de los temas cognitivos que con menos frecuencia se incorpora a esos manuales (los otros dos grandes olvidos son significativamente el desarrollo cognitivo y el apredizaje, tema al que volveremos en el próximo apartado). No obstante, existen en el procesamiento de información conceptos asimilables al problema de la conciencia (DE VEGA, 1982), tales como la «atención selectiva» (BROADBENT, 1958; RUIZ VARGAS y BOTELLA, 1981, 1987; TREISMAN, 1969) o la existencia de «procesos de control» (POSNER, 1978; SHIFFRIN y SCHNEIDER, 1977, 1984) o la misma concepción de la memoria a corto plazo como una «memoria de trabajo» (BADDELEY, 1986; BADDELEY y HITCH, 1974; HITCH, 1985).

Sin embargo, este tipo de conceptos responden a una concepción pasiva o mecánica de la conciencia. Pero la conciencia tiene también una dimensión constructiva: no se limita a ser un espejo que refleja lo que sucede en nuestra mente, sino que, como los espejos mágicos en los que se miran los personajes de algunas obras de VALLE INCLAN, modifica lo que en ella se refleja. Este carácter constructivo de la conciencia, que siempre ha estado presente en autores como VYGOTSKII o PIAGET (por ej., MORENO, 1989) está siendo recuperado a partir de las investigaciones de MARCEL y otros autores sobre procesamiento inconsciente (MARCEL, 1983; también LEWICKI, 1986; TUDELA, 1985). También se ha señalado la función constructiva de la conciencia en el aprendizaje. Sin embargo, esta con-

ciencia constructiva resucita la vieja idea del «homúnculo» que desde dentro de la mente controla y dirige el procesamiento. No se limita a encender la luz en el cuarto oscuro del procesamiento, sino que la enciende «para» algo: remueve las cosas y las cambia de sitio y, lo que es peor, hace trabajar a otros. Tanto atrevimiento es difícil de aceptar por el procesamiento de información. Dado su mecanicismo, difícilmente puede explicar la naturaleza intencional de la conciencia.

La *intencionalidad*, el segundo de los rasgos de la mente destacados por SEARLE (1984), se halla aparentemente presente en el procesamiento de información. Se habla de las secuencias medios-fines y del establecimiento de metas y objetivos (NEWELL y SIMON, 1972; SIMON, 1978). Sin embargo la solución dada por la ciencia cognitiva es más próxima a la de SKINNER (1953, 1981) que a la de TOLMAN (1932). Los sistemas de procesamiento no tienen propósitos ni intenciones, únicamente la satisfacción de ciertas condiciones «dispara» la búsqueda de ciertas metas. En este sentido es clara la semejanza entre los sistemas de producción (o pares condición-acción) habitualmente utilizados por la ciencia cognitiva y las asociaciones E-R del conductismo tradicional (por ej., ANDERSON, 1983; HOLLAND y cols., 1986; NECHES, LANGLEY y KLAHR, 1987; también Cap. VI de este libro). Así, los programas de ordenador no tienen intenciones sino que únicamente se hallan «reforzados por las consecuencias». El concepto de intencionalidad es más exigente (por ej., BRUNER, 1984; RIVIÈRE y COLL, 1986) y requiere la introducción de otros tipos de explicación además de la causal, como son las explicaciones teleológicas o finales (PINILLOS, 1980). Este tipo de explicaciones son un recurso habitual en varias disciplinas sociales (BORGER y CIOFFI, 1970; VON WRIGHT, 1971) y son habitualmente usadas por las personas para comprender los fenómenos sociales (POZO, ASENSIO y CARRETERO, 1986) y psicológicos (BUSS, 1978; KELLEY, 1967; KELLEY y MICHELLA, 1980). Sin embargo, se hallan proscritas de la psicología como consecuencia de su alineamiento entre las ciencias naturales a partir del triunfo del conductismo. Es otra de las prohibiciones que el procesamiento de información ha heredado del conductismo, como consecuencia de su aceptación de un modelo de explicación mecanicista por el que las únicas explicaciones admitidas son las causales. FODOR (1968) ha demostrado que no es posible reducir las explicaciones teleológicas a relaciones causa-efecto y con ello ha establecido la imposibilidad de que el procesamiento de información asuma la naturaleza intencional de la mente.

Al no admitir la intencionalidad, difícilmente puede el procesamiento de información asumir la *subjetividad* de los estados mentales. Esta subjetividad hace alusión a la existencia de «contenidos cualitativos» en la conciencia. Tales contenidos son intratables por el procesamiento de información, como ha demostrado el propio FODOR (1981) con el ejemplo del «espectro invertido»: dos personas que percibieran un determinado estímulo con colores distintos pero se comportasen ante él de la misma forma serían equivalentes, no podrían ser distinguidas por el procesamiento de información (un magnífico ejemplo del «test de TURING»). De hecho, es dudoso que pueda ni siquiera dar cuenta de la existencia de «estados mentales», dado que éstos tienen un carácter semántico y todos los procesos mentales postulados son exclusivamente sintácticos (FODOR, 1984). En el pró-

ximo apartado volveremos sobre esta paradoja. En cualquier caso, el procesamiento de información considera irrelevantes los contenidos cualitativos porque, en último extremo, considera causalmente irrelevante la propia conciencia. Ello nos conduce al último de los rasgos que según SEARLE (1984) definen la mente: la existencia de una *causación mental*. En teoría, el procesamiento de información se caracteriza por remitir la explicación de las acciones y representaciones del sistema a entidades mentales tales como memoria a largo plazo, filtros atencionales, capacidades de procesamiento limitadas, etc. Entre esas entidades, en los últimos años han cobrado una gran relevancia explicativa las estructuras de conocimiento de los sujetos. Y sin embargo, dejando a un lado el resto de las entidades que serían susceptibles de una explicación formal y no causal, difícilmente puede explicar el procesamiento de información el origen de esas estructuras de conocimiento que determinan la conducta de los sujetos. Esa es su paradoja. El procesamiento de información afirma que los sujetos construyen su propio conocimiento a partir de sus estructuras y procesos cognitivos, sin explicar cómo construyen esas estructuras y procesos iniciales. Así, el procesamiento de información puede explicar cómo actúa el sujeto ante una tarea de decisión léxica, atribuyéndole ciertas estructuras de memoria semántica, pero no puede explicar cómo se han adquirido los conocimientos almacenados en la memoria semántica.

Este peculiar constructivismo, eficaz sólo al explicar microfenómenos pero no macrofenómenos (RIVIÈRE, 1987), le obliga a dejar a un lado los aspectos dinámicos del conocimiento, como el aprendizaje o el desarrollo cognitivo (CARRETERO, 1986a), y muestra la insuficiencia explicativa del procesamiento de información. Y es que, como señala CAPARRÓS (1980, pág. 231), «*el logro de un programa adecuado capaz de predecir una conducta específica no significa necesariamente el de una auténtica teoría explicativa de la misma*». En este punto, la ciencia cognitiva adopta una «estética explicativa» acorde con los tiempos que vivimos. En plena era de la posmodernidad, la simulación se convierte en explicación. Lo que puede ser replicado (o duplicado) queda explicado, y lo que no puede ser duplicado es inexplicable y, en último extremo, irrelevante. Sólo así puede entenderse que el hombre vea en una de sus obras su propio modelo, produciéndose la paradoja de que el computador, un producto de la inteligencia humana, acaba por convertirse en espejo de esa misma inteligencia (BRUNER, 1982). La estética posmoderna impone que el espejo de la mente acabe siendo el modelo de la mente.

El único problema es que el espejo carece de mente. Como acabamos de comprobar, el procesamiento de información mantiene vivas algunas de las prohibiciones teóricas centrales al conductismo y se revela como una concepción mecanicista incapaz de abordar el problema de la mente consciente, intencional, subjetiva y causal. En pocas palabras, el procesamiento de información se mantiene fiel al núcleo central del programa conductista o «metateoría conductista»: el asociacionismo. De hecho, puede ser definido como un *asociacionismo computacional*, diferenciado de aquel otro asociacionismo en la extraordinaria capacidad de cómputo posibilitada por la cibernética. Esa capacidad computacional hace posible la aparición de estructuras asociativas «mediacionales» de notable complejidad. Así, la memoria semántica está constituida por redes asociativas

(ANDERSON y BOWER, 1973; ESTES, 1976; KOHONEN, 1984; WICKELGREN, 1979, 1981). La diferencia entre este nuevo asociacionismo y sus predecesores es únicamente cuantitativa. ¿Es suficiente este incremento cuantitativo para superar las graves limitaciones del asociacionismo como teoría del aprendizaje? ¿Puede el procesamiento de información ocuparse de los aspectos dinámicos del conocimiento que hasta ahora ha tenido olvidados?

¿Puede el procesamiento de información proporcionar una verdadera teoría del aprendizaje?

Como hemos señalado, el aprendizaje y, en un sentido más general, los procesos de cambio cognitivo constituyen uno de los más clamorosos «olvidos» del procesamiento de información, como muestra su ausencia en la mayor parte de los manuales vigentes en psicología cognitiva (CARRETERO, 1986a). Puede argumentarse que, de hecho, el procesamiento de información ha estudiado problemas de aprendizaje bajo el epígrafe de los estudios de memoria. En realidad, ambos temas suelen analizarse conjuntamente (por ej., BROWN, y cols., 1983, HINTZMAN, 1978; HORTON, y MILLS, 1984; NILSSON y ARCHER, 1985; NORMAN, 1982; POSTMAN, 1976; WICKELGREN, 1979, 1981). Sin embargo, tales análisis conjuntos, debidos en gran medida a la ausencia de medidas independientes de uno y otro proceso (véase POSTMAN, 1976), suelen ocultar la práctica total ausencia de investigación y teorización sobre el aprendizaje generada por el nuevo programa dominante, ocupado de modo preferente en estudiar cómo se representa la información en la memoria y poco interesado por la forma en que se adquieren o modifican esas representaciones. Los principales estudios sistemáticos de aprendizaje realizados bajo el paraguas de la memoria (véase, por ej., SEBASTIÁN, 1983) tienen que ver con las estrategias de retención de información en la memoria a corto plazo, tales como el repaso (por ej., BADDELEY, 1986; HITCH, 1985; REITMAN, 1974) o con los clásicos estudios sobre «aprendizaje verbal» de sílabas e ítems sin significado, iniciados por EBBINGHAUS (1885) (para una revisión detallada véase, por ej., KINTSCH, 1970, 1977). Ambos tipos de estudios se hallán claramente integrados en la tradición asociacionista. Más recientemente, la hipótesis de los niveles de procesamiento (CRAIK y LOCKHART, 1972) ha despertado el interés por estudiar los efectos sobre el recuerdo de diversos tipos de procesamiento en la adqulsición de conocimientos. Sin embargo, las dificultades y ambigüedades inherentes a la propia hipótesis de los niveles de procesamiento (véase CERMAK y CRAIK, 1979; también DE VEGA, 1984) han limitado considerablemente sus posibilidades de elaborar una teoría del aprendizaje.

En estas condiciones, son mayoría los autores que señalan que el procesamiento de información carece de una teoría del aprendizaje suficiente para explicar la adqulsición de las complejas estructuras de memoria que se postulan (por ej., BEREITER, 1985; BROWN, 1982; CARRETERO, 1986a; FODOR, 1979, 1983; NEWELL, 1980; NORMAN 1981; PASCUAL-LEONE, 1980; POZO, 1987a; RIVIÈRE, 1987; RUSSELL, 1984; VOSS, 1978). En lo que ya no hay tanta unanimidad es en las causas de esa

carencia. NEWELL y SIMON (1972) pensaban que el procesamiento de información no debía emprender la investigación de los procesos de aprendizaje hasta que hubiera alcanzado una comprensión de la naturaleza del sistema. Este argumento de que no puede conocerse cómo *cambia* un sistema hasta saber cómo *es* contrasta radicalmente con otros enfoques cognitivos, como los de PIAGET y VYGOTSKII, quienes coincidían en que la única forma de comprender la cognición adulta es conocer su génesis, y resulta muy ilustrativo del tipo de programa de investigación al que nos enfrentamos, en el que los mecanismos de cambio no son parte de la naturaleza del sistema. No obstante, de ser cierto este argumento dilatorio, el procesamiento de información podría superar, tarde o temprano, esa carencia. De hecho, en los diez últimos años la ciencia cognitiva ha comenzado a ocuparse del aprendizaje, como veremos en el próximo capítulo. Pero, a pesar de que el procesamiento de información prometa que no habrá más penas ni olvido, hay serias razones para desconfiar de su promesa.

En los apartados anteriores, hemos sostenido que la continuidad entre el conductismo y el procesamiento de información es mucho mayor de lo que habitualmente se admite. El procesamiento de información puede definirse como un asociacionismo computacional (FODOR, 1983; RUSSELL, 1984), por lo que su núcleo central no supone una ruptura con el núcleo central del conductismo, igualmente asociacionista. No obstante, ambos programas difieren notablemente en la capacidad de cómputo de que disponen. Este considerable incremento cuantitativo hace que el procesamiento de información inserte entre el estímulo y la respuesta (ahora *input y output*) numerosas y complejas «cajitas», al modo de variables mediacionales, constituidas por estructuras de memoria, procesos selectivos, etc. Ello obliga a un proceso de liberalización creciente con respecto a las prohibiciones conductistas, pero sin que se puedan superar las fronteras asociacionistas. Recordamos que las dos limitaciones principales del asociacionismo, incluso en sus versiones cognitivas (DICKINSON, 1980; MACKINTOSH, 1983; RESCORLA, 1985), consistían en su incapacidad para asumir la influencia de los contenidos en el aprendizaje, dado que su naturaleza exclusivamente sintáctica le impedía explicar el origen de los significados ya que todos los elementos resultan equivalentes, y en la falta de coherencia u organización interna del sistema, que se limitaba a reflejar la estructura de los estímulos según el principio de correspondencia. Ambos problemas se ven acrecentados en el asociacionismo computacional, dada la enorme cantidad de significados que maneja el sistema y la gran complejidad que sus estructuras internas han llegado a alcanzar.

Por definición, un sistema de procesamiento de información opera mediante «la manipulación de símbolos». Sin embargo, también por definición, ese mismo sistema dispone únicamente de procedimientos sintácticos. Esto es en sí mismo paradójico. Así lo cree el propio FODOR, a quien GARDNER (1985) define como «el cognitivista completo»: «¿cómo es posible *que los estados mentales tengan contenido y que los procesos mentales sean sintácticos*?» (FODOR, 1984, pág. 20). Hay una pocas formas de resolver esta paradoja. Una es intentar demostrar que los contenidos (semántica) pueden ser reducidos a reglas de transformación (sintaxis). Tal intento ha estado presente, por ejemplo, en la investigación del ra-

zonamiento y la solución de problemas en las últimas décadas (POZO, 1988b). La propia teoría piagetiana del pensamiento formal está impregnada de esta creencia (CARRETERO, 1985a; POZO y CARRETERO, 1987). Según PIAGET (1971; INHELDER y PIAGET, 1955) al alcanzar las operaciones formales, el pensamiento del adolescente queda liberado de las «resistencias del contenido», convirtiéndose en un pensamiento exclusivamente proposicional. Sin embargo, hay pruebas abundantes de que no es así. El pensamiento formal sigue sujeto a las influencias semánticas (para una revisión de estos efectos véase CARRETERO, 1985a). Otro tanto sucede en otras áreas del pensamiento, como el razonamiento lógico, estadístico o causal (CARRETERO, PÉREZ ECHEVERRÍA y POZO, 1985; GARCÍA MADRUGA y CARRETERO, 1986; PÉREZ ECHEVERRÍA, 1988, en prensa; POZO, 1987a). Los modelos lógicos o sintácticos han fracasado en su intento de formalizar el razonamiento humano, en buena medida por su incapacidad para dar cuenta de los factores semánticos o de contenido en el mismo.

Si los significados no pueden reducirse a reglas formales, ¿cómo opera un computador? Sencillamente, no manipula símbolos, en la correcta acepción del término. Un computador manipula información, no significados. La información se mide en términos de probabilidad matemática o de reducción de la incertidumbre (SHANNON, 1948). Los significados son cualitativos y necesitan una mente que los interprete. Según lo expresa GUIRAUD (1955, pág. 99 de la trad. cast.) «*la teoría de la información no se ocupa de signos, de significantes portadores de sentido, sino de* señales, *es decir, de signos vacíos*». Desde un punto de vista semántico, los «símbolos» con que opera un computador son exactamente equivalentes a la campana de los célebres experimentos de PAVLOV: son meras señales que «disparan» acciones; no son vehículos de conocimiento ni de comprensión, como los verdaderos símbolos. SEARLE (1984) propone un brillante ejemplo para mostrar la diferencia entre la comprensión y la mera ejecución de un programa. Es el caso de la «habitación china»:

«*Imaginemos que se le encierra a usted en una habitación y en que esa habitación hay diversas cestas llenas de símbolos chinos. Imaginemos que usted (como yo) no entiende chino, pero que se le da un libro de regias en castellano para manipular esos símbolos chinos. Las reglas especifican las manipulaciones de los símbolos de manera puramente formal, en términos de su sintaxis, no de su semántica. Así la regla podría decir: 'toma un signo* changyuan-changyuan *de la cesta número uno y ponlo al lado de un signo* chongyoun-chongyoun *de la cesta número dos'. Supongamos ahora que son introducidos en la habitación algunos otros símbolos chinos y que se le dan reglas adicionales para devolver símbolos chinos fuera de la habitación. Supóngase que usted no sabe que los símbolos introducidos en la habitación son denominados 'preguntas' y los símbolos que usted devuelve fuera de la habitación son denominados 'respuestas a las preguntas'... He aquí que usted está encerrado en su habitación barajando sus símbolos chinos y devolviendo símbolos chinos en respuesta a los símbolos chinos que entran. Sobre la base de la situación tal como la he descrito, no hay manera de que usted pueda aprender nada de chino manipulando esos símbolos formales... Lo esencial de la historia es simplemente esto:... usted se com-*

porta exactamente como si entendiese chino pero a pesar de todo usted no entiende ni una palabra de chino». (SEARLE, 1984, pág. 38 de la trad. cast.).

La parábola de la «habitación china» ha recibido numerosas críticas por parte de los científicos cognitivos (véase SEARLE, 1980). Pero, en nuestra opinión, ninguna de ellas ha conseguido demostrar cómo en esa situación el pobre hombre encerrado en «la habitación china» podría llegar a comprender (o aprender) una sola palabra de chino. La fuerza de este ejemplo reside en que ése y no otro es el modelo de procesador de información que se propone como metáfora del ser humano. La diferencia entre «comprender» y «recitar» resulta muy clara cuando se analizan los errores cometidos por el sistema. En cierta ocasión tuve un problema con mi impresora: traducía mal las «señales» que yo le enviaba mediante el teclado y en vez de escribir, por ejemplo, «ñ» imprimía el signo «$». Este es un «error» imputable a un «procesador de información». Pero el sistema cognitivo humano comete también errores de otra naturaleza. Quienes hayan tenido que corregir en alguna ocasión pruebas de imprenta saben que abundan ese tipo de erratas en las que un signo se omite o es sustituido por otro. Pero existen también otro tipo de erratas más perversas, imputables únicamente a un «procesador de significados» (probablemente el tipógrafo), que intentando dotar de significado términos (para él) incomprensibles, escribe «pensamiento correcto» en lugar de «pensamiento concreto» o «período de lactancia» en vez de «período de latencia». Estos errores «en busca del significado» son exclusivos de sistemas de procesamiento dotados «de sentido común» que, según parece, es el menos común de los sentidos en una máquina de cómputo (AGRE, 1985).

Una de las respuestas que han ofrecido los defensores de la ciencia cognitiva al caso de la «habitación china» es que no tiene que ser el hombre que manipula los símbolos el que comprenda, sino que es el sistema como un todo el que comprende. La comprensión no reside en una parte del sistema de procesamiento, en un «homúnculo», sino en el propio sistema. Esta respuesta conecta la paradoja del significado con el segundo gran problema del asociacionismo como programa psicológico: la coherencia u organización del sistema o «problema de Hume». RUSSELL (1984) lo resume así: «*¿cómo podría un sistema así lograr algún tipo de comprensión cuando la comprensión requiere organización? Un sistema puramente representacional de este tipo sólo tiene organización en la medida en que el mundo está organizado en sí mismo... Así, tenemos que explicar cómo el sentido/el orden/el sistema/la estructura/la organización proceden de un proceso (I) que es atomístico y (II) en el que los átomos se relacionan entre sí de modo fortuito y* ad hoc» *(op. cit,* pág. 108).

La existencia de estos dos problemas conectados ha sido reconocida por algunas de las mentes más lúcidas de la ciencia cognitiva. De hecho, la nueva lingüística de CHOMSKY (1957) nace, en parte, como un intento de respuesta a la imposibilidad del asociacionismo para proporcionar una teoría del aprendizaje lingüístico. Su agrio debate con SKINNER, a raíz de la publicación de *Verbal Behavior (Conducta verbal)* (SKINNER, 1957) es un claro ejemplo de ello (véase BAYÉS,

1977). Sin embargo, el intento más serio de superar las limitaciones del asociacionismo desde dentro de la ciencia cognitiva proviene precisamente de Jerry FODOR. A pesar de que sus reflexiones tengan, significativamente, un escaso eco dentro de la ciencia cognitiva, FODOR supo asumir los límites del asociacionismo computacional y buscar una salida coherente a los dos grandes problemas mencionados. En relación con el aprendizaje de significados, la posición de FODOR, es radical: «*Por mi parte, pondré de relieve no sólo que no existe ninguna teoría del aprendizaje, sino que, en cierto sentido,* no podría *existir ninguna; la* idea *misma de un aprendizaje de conceptos es, a mi juicio, confusa*» (FODOR, 1979, págs. 187-188 de la trad. cast.). El origen de esta confusión no es otro que la paradoja del significado. En opinión de FODOR (1975, 1979, 1980) la única teoría posible del aprendizaje de conceptos tendría que basarse en la comprobación de hipótesis a partir de una matriz de contingencias. El problema reside en que los mecanismos de comprobación se limitan a seleccionar entre las creencias o significados disponibles, aceptando unos y rechazando otros, pero no pueden explicar la aparición de significados nuevos. Por eso, toda teoría del aprendizaje se convierte únicamente en una teoría de la «fijación de creencias», pero no explica el origen del «campo de creencias». FODOR (1979, 1980) piensa, al igual que CHOMSKY (1957, 1980), que el único origen posible de esas creencias es el innatismo. Como el sistema es incapaz de generar nuevos primitivos semánticos, todos los significados han de ser innatos, a la espera de ser «fijados» o descubiertos. Una vez más, cuando tiene que enfrentarse a la existencia de los significados, la psicología acaba regresando a la caverna de PLATÓN. Como el esclavo Menón en su diálogo sobre la geometría, los procesadores computacionales no aprenden sino que se limitan a descubrir el conocimiento que siempre ha anidado, oculto y ovillado, en ellos.

Por tanto, es obvio que para el procesamiento de información no construimos significados; simplemente los reconocemos cuando los encontramos en el viejo baúl de los conocimientos heredados, los «activamos» (CAMPBELL y BICKHARD, 1987). ¿Pero *quién* los reconoce? FODOR también se ha enfrentado al problema de la organización, especialmente en su libro *The modularity of mind* (*La modularidad de la mente*) (FODOR, 1983). La solución ofrecida por FODOR es postular la existencia de «módulos mentales» funcionalmente autónomos y encapsulados, especializados en determinados tipos de procesamiento. Estos módulos serían innatos y funcionarían con independencia del resto del sistema. De esta forma, en lugar del temido «homúnculo», FODOR (1983), al igual que DENNETT (1978), propone una proliferación de pequeños «homúnculi» o, para ser exactos, «funcionarúnculi»: pequeños funcionarios, burócratas de la mente, encapsulados en sí mismos, impenetrables, realizando mecánicamente su función sin que ninguna instancia superior supervise su trabajo y sin enterarse de lo que sucede en el resto de los módulos.

El sistema modular de FODOR (1983), a pesar de esta caricatura, tiene la elegancia de las propuestas coherentes y contiene además ideas de notable interés (véase al respecto MARTIN CORDERO, 1986; PYLYSHYN y DEMOPOULOS, 1986; RIVIÈRE, 1987). Sin embargo, sus soluciones son sólo parciales. No queda claro cómo se

organiza la mente «por encima» de esos módulos ni quién es el que comprende el enigma de la «habitación china». Tampoco su solución al problema del aprendizaje, aun siendo coherente, resulta satisfactoria. Como han señalado recientemente CAMPBELL y BICKHARD (1987, pág. 52) si fuera cierta la idea de que todos los significados son innatos, «*todos los conceptos primitivos necesarios para las matemáticas avanzadas deberían haber estado ya presentes en el hombre de Neanderthal*». En términos similares, aunque más extremos, responde PIAGET (1979, pág. 194 de la trad. cast.): «*¿a qué edad encontraremos esta manifestación del innatismo de los números negativos?... Y sobre todo ¿porqué diablos tendría que ser en la especie humana, si hay aquí estructuras innatas necesarias? Por mi parte, me resulta difícil creer que las teorías se encuentran ya preformadas en las bacterias o en los virus; alguna cosa ha debido de construirse*». La respuesta de FODOR y CHOMSKY (en PIATELLI-PALMARINI, 1979) a este argumento recurrente es que, de ser cierto, debería aplicarse también a cualquier otra adquisición filogenética. Si no puede explicarse el origen de los significados, tampoco puede explicarse el origen de los brazos, las piernas o el hígado. Por tanto, remiten el problema del origen de los significados a la biología. Sin embargo, la contrarréplica de CHOMSKY y FODOR tiene una base muy débil y es, en último extremo, incompatible con su posición racionalista. El racionalismo, como muestra muy bien la propia teoría de PIAGET; TOULMIN, 1972),[1] implica una creencia en la *necesidad de la razón*, lo que no sucede con los brazos, las piernas o el hígado. Mientras que estos últimos pueden ser formaciones anatómicas producidas por mutaciones aleatorias y seleccionadas por presiones ambientales, la mente para un racionalista no puede ser un producto aleatorio, fruto de un encadenamiento de azares, sino que constituye una necesidad lógica. PLATÓN, DESCARTES y otros racionalistas compartían una filosofía basada en el creacionismo. Tras DARWIN, el racionalismo se halla enfrentado a una difícil elección entre necesidad y preformismo (PIAGET, 1979). Si opta por la necesidad, como hace PIAGET, no puede ser preformista, y si opta por la formación innata, como CHOMSKY o FODOR, abandona la necesidad y con ello la propia racionalidad, ya que las Ideas Puras no pueden ser un producto del azar. Dios no juega a los dados.

En definitiva, FODOR, al intentar resolver una paradoja, incurre en otra aún más difícil de resolver. En último extremo, la posición de FODOR puede estirarse todavía un poco más y se hará más comprensible: donde están preformadas las teorías no es en los virus, ni siquiera en las amebas, es *en la propia realidad.* Se cierra así un círculo paradójico: aunque FODOR intenta huir de los límites del asociacionismo, se encuentra atrapado en ellos. Al rechazar el constructivismo, asume el principio de correspondencia o isomorfismo entre las representaciones y la realidad (CAMPBELL y BICKHARD, 1987). Por tanto, los conceptos representados deben estar ya en la realidad... Con su elegancia argumental, lo que FODOR nos de-

---

[1] Aunque *stricto sensu* Piaget, como neokantiano que es (Toulmin, 1972), no puede considerarse como un autor racionalista, hay motivos para incluirle dentro de la corriente del racionalismo en psicología (Russell, 1978), en especial por su insistencia en que las estructuras lógicas del pensamiento constituyen una construcción racional necesaria, (véase Capítulo VII).

muestra no es que no pueda haber ninguna teoría del aprendizaje de conceptos; lo que demuestra es que no puede haber *ninguna teoría asociacionista* del aprendizaje de conceptos. FODOR rechaza posiciones constructivistas como las de VYGOTSKII (FODOR, 1972) o las de PIAGET (FODOR, 1979), porque intenta reducirlas a las concepciones mecanicistas propias del procesamiento de información. Sin embargo, estas posiciones, siendo también encuadrables en la psicología cognitiva, se hallan muy alejadas del mecanicismo y del asociacionismo computacional.

Mecanicismo y organicismo en la psicología cognitiva: ¿divorcio o reconciliación?

Los análisis anteriores nos han mostrado que el «olvido» del aprendizaje por el procesamiento de información es inherente al propio programa. De hecho, la imposibilidad de proporcionar una verdadera teoría del aprendizaje se origina en el propio núcleo conceptual del programa que, a pesar de su apariencia revolucionaria, es profundamente continuista con la tradición del conductismo. De hecho, en cuanto al aprendizaje, no puede afirmarse que el procesamiento de información haya sido un programa de investigación progresivo en relación con el conductismo. Sus limitaciones son exactamente las mismas que aquejaban al conductismo y a los programas que de él se han derivado. Sin embargo, esas limitaciones están aún más pronunciadas en el caso del procesamiento de información: es mucho más lo que hay que aprender y muchos menos los mecanismos propuestos para ello. En palabras de FODOR, «*la diferencia esencial entre el asociacionismo clásico y el computacional es sencillamente que en este último brilla por su ausencia cualquier teoría del aprendizaje*» (FODOR, 1983, pág. 60 de la trad. cast.).

Pero las limitaciones del procesamiento de información no se manifiestan sólo en el aprendizaje. De hecho, se observan claros síntomas de descontento con las restricciones y los «olvidos» del programa (CARRETERO, 1986a; NEISSER, 1976, 1978; RIVIÈRE, 1987; SEOANE, 1982a, 1982b; 1985; DE VEGA, 1981, 1985a; 1985b). Uno de los síntomas de los límites teóricos que se autoimpone la ciencia cognitiva es la recuperación, un tanto desordenada, de diversos autores que eran, en expresión de CARRETERO y GARCÍA MADRUGA (1983), «cognitivistas *avant la lettre*». A medida que la nueva psicología cognitiva se iba interesando por el significado y se iba autodenominando como «constructivista» (véase por ej., LUCCIO, 1982; VOSS, 1984) iba recuperando la memoria histórica e intentaba superar otro de sus «olvidos»: la psicología europea de entreguerras. Pero este redescubrimiento que alcanza no sólo a PIAGET, sino también a VYGOTSKII, la *Gestalt* o al propio BARTLETT, resulta sin embargo parcial y, en muchos casos, tiende a deformar la fuente recuperada (KESSEL y BEVAN, 1985). La razón por la que la recuperación resulta tan difícil es la imposibilidad de integrar a estos autores en la corriente dominante del procesamiento de información. En realidad, a pesar de su aparente semejanza, existe una verdadera fractura entre la psicología cognitiva que hacen unos y otros: mientras el procesamiento de información adopta los presupuestos

del asociacionismo y el mecanicismo, la «otra» psicología cognitiva, con el riesgo de unificar posiciones bastante heterogéneas, puede ser calificada como estructuralista y organicista. La Tabla 3.1 resume las principales diferencias entre ambos programas (análisis más extensos de esas diferencias pueden encontrarse en KUHN, 1978; MARCHESI, PALACIOS y CARRETERO, 1983; OVERTON, 1984; OVERTON y REES, 1973; PÉREZ PEREIRA, 1987).

TABLA 3.1.
Principales diferencias entre mecanicismo y organicismo

	Mecanicismo Asociacionismo	Organicismo Estructuralismo
Epistemología	Realismo Empirismo	Constructivismo Racionalismo
Enfoque	Elementismo	Holismo
Sujeto	Reproductivo Estático	Productivo Dinámico
Origen del cambio	Externo	Interno
Naturaleza del cambio	Cuantitativa	Cualitativa
Aprendizaje	Asociación	Reestructuración

A grandes rasgos puede decirse que las teorías organicistas/estructuralistas parten de que la unidad de estudio de la psicología son las globalidades y que éstas no pueden reducirse atomísticamente a los elementos que las componen. Además, asumen una posición constructivista en la que el sujeto posee una organización propia, aunque no siempre bien definida. En función de esa organización cognitiva interna, el sujeto interpreta la realidad, proyectando sobre ella los significados que va construyendo. Existe por tanto un rechazo explícito del principio de correspondencia o isomorfismo de las representaciones con la realidad. Situadas en una tradicicón racionalista, estas teorías no creen que el conocimiento sea meramente reproductivo, sino que el sujeto modifica la realidad al conocerla. Esta idea de un sujeto «activo» es central a estas teorías. Pero el concepto de actividad varía notablemente con respecto a las posiciones mecanicistas. En el programa organicista, la actividad es inherente al sistema. El sistema no es sólo un mecanismo, es ante todo un *ser vivo*, un organismo. Todos sabemos, desde la

escuela, que los seres vivos nacen, crecen, se reproducen y mueren. En dos palabras, los organismos, por su propia naturaleza, son *mecanismos cambiantes*. Frente a la concepción estática del mecanismo, en el que todo cambio ha de provenir del exterior, los organismos están en continuo cambio. Y una de esas cosas que cambian continuamente son sus conocimientos y destrezas. Para el organicismo, el aprendizaje es una cualidad intrínseca a los seres vivos. Aprender es una función natural como el nacimiento, el crecimiento, la reproducción o la muerte. Por tanto, no se puede estudiar un sistema estático y dejar para más adelante el estudio de los mecanismos del cambio. Al contrario, para conocer al organismo, en cualquiera de sus estados, hay que estudiar los procesos que han hecho posible ese estado, hay que ocuparse de los mecanismos del cambio, como hacen PIAGET o VYGOTSKII. El organismo es *un proceso, no un estado.* Volviendo a los remotos orígenes de la psicología, a los que nos referíamos al comienzo de estas páginas, hemos de remontarnos aún un poco más atrás en el tiempo, hasta la filosofía presocrática, para encontrar un antecedente adecuado del binomio mecanicismo/organicismo. Es la polémica real o imaginaria entre HERÁCLITO de Efeso y PARMÉNIDES de Elea. A Heráclito se le atribuye la idea de que «todo fluye». Según su pensamiento, la naturaleza del universo es el cambio y el movimiento continuo. No podemos bañarnos dos veces en el mismo río, no sólo porque sus aguas no son las mismas, sino porque *nosotros* tampoco somos los mismos. PARMÉNIDES, por el contrario, pensaba que todo movimiento era aparente: «Nada es, todo permanece». El universo es estático, siempre igual a sí mismo. Tal vez, los tiempos le estén dando la razón a PARMÉNIDES; veinticinco siglos después la polémica permanece y la psicología cognitiva se halla dividida entre los partidarios de PARMÉNIDES y los de HERÁCLITO.

Pero ¿es posible la reconciliación? ¿Pueden tantos siglos después reconciliarse HERÁCLITO y PARMÉNIDES? Algunos autores apuestan decididamente por un sano divorcio: «*es posible que... aquel movimiento fluido representado por la 'revolución cognitiva' se transforme en una verdadera escuela. Mejor dicho, en dos escuelas claramente contrapuestas. Pero sean bienvenidos los divorcios si sirven para clarificar y ayudan a los hijos a crecer más serenamente, lejos de los conflictos y de los litigios continuos de los padres*» (LUCCIO, 1982, pág. 259 de la trad. cast.). Según otra opinión, (BEILIN 1983), que compartimos, la reconciliación no sólo es posible sino necesaria. En el fondo, tal vez HERÁCLITO y PARMÉNIDES no estén diciendo cosas tan distintas. Puede que compartan el mismo universo. Desde nuestra perspectiva, en su estado de elaboración actual, ni el mecanicismo ni el organicismo tienen una respuesta global al problema del aprendizaje. Las limitaciones del programa asociacionista/mecanicista han sido analizadas con anterioridad. Las posiciones del estructuralismo/organicismo son más difíciles de sintetizar, debido tanto a su heterogeneidad como, en algunos casos, a su falta de elaboración. Más que un programa coherente, existen unas cuantas teorías diferenciadas, algunas de las cuales se exponen más adelante en la Tercera Parte del libro. No obstante, todas las teorías del aprendizaje generadas desde posiciones organicistas coinciden en rechazar los mecanismos asociativos como procesos fundamentales de la adquisición de significados, si bien algunas de esas teorías

rechazan por completo las asociaciones mientras que otras las admiten aunque no como mecanismos causalmente suficientes.

Ahora bien, como señala OVERTON (1984), no es posible coordinar dos programas tan diversos cuyos núcleos centrales se oponen, a menos que se acepte que ambos programas se ocupan de niveles explicativos distintos. No se trata de generar «modelos mestizos» que acaban por hacer patentes las insuficiencias e incompatibilidades de los dos programas «mezclados». Se trata más bien de integrarlos. En nuestra opinión, que quedará justificada en los próximos capítulos, tal integración sólo es posible a partir de una aceptación de la concepción organicista y, por tanto, de un rechazo del reduccionismo mecanicista, que sin embargo no obliga a negar la importancia del aprendizaje asociativo. Un organismo puede, a cierto nivel de análisis, concebirse como un mecanismo, pero un mecanismo, que nosotros sepamos, no puede convertirse en un organismo. El aprendizaje significativo es una cualidad que define a los organismos, no a las máquinas. Si hasta la fecha ha sido imposible generar vida a partir de la materia inerte, asimismo parece difícil lograr que esa misma materia aprenda o simplemente posea una mente. Por tanto, el mecanicismo no puede ser el modelo esencial del sujeto cognitivo, aunque sin duda puede ser útil para comprenderlo en la medida en que ese sujeto es también, en parte, un mecanismo.

Cada una de estas dos perspectivas o «culturas» en el estudio psicológico del aprendizaje ha dado lugar a un buen número de teorías y modelos específicos. Dado que los problemas relevantes para uno y otro enfoque suelen ser diferentes, esas teorías se ocupan de áreas de investigación distintas y, por tanto, se apoyan en datos experimentales propios, por lo que la convergencia entre ambos enfoques es escasa. La reconstrucción de la familia de teorías del aprendizaje debe comenzar por encontrar unos problemas o unas áreas de investigación comunes a los dos enfoques reseñados. Una de las pocas áreas en que los dos enfoques, y las teorías a que dan lugar, convergen es en el estudio del origen de los *significados*. La mayor parte de las teorías del aprendizaje que se están desarrollando actualmente con una orientación cognitiva se ocupan, como uno de sus problemas más relevantes, de la forma en que se adquieren los significados. En casi todas las áreas de estudio del aprendizaje se ha llegado a la convicción de que la conducta y el conocimiento de los sujetos están determinados por el significado que atribuyen a sus propias acciones y a los cambios ambientales. Los estudios recientes sobre el aprendizaje animal (por ej., DICKINSON, 1980; NILSSON y ARCHER, 1985; TARPY, 1985) nos muestran a las ratas y a las palomas adquiriendo «expectativas causales» que determinan su conducta. Entre las nuevas orientaciones de la modificación de conducta, se está reconociendo la «primacía del significado» (MAHONEY, 1985) que implica la necesidad de provocar una *reestructuración* en las ideas del paciente o en el significado que atribuye a sus acciones y a las de los demás (por ej., AVIA, 1984; GUIDANO y LIOTTI, 1985; JOYCE-MONIZ, 1981, RAIMY, 1985). Asimismo, la psicología cognitiva, basada en un enfoque computacional, está cada vez más interesada en el estudio del significado como la base de todo el edificio cognitivo (por ej., FODOR, 1987; PYLYSHYN y DEMOPOULOS, 1986).

Por todo ello, con el fin de revisar las diversas teorías del aprendizaje de conceptos basadas tanto en un enfoque mecanicista como organicista, hemos decidido centrar la exposición de las teorías cognitivas del aprendizaje en el aprendizaje de conceptos porque, al constituir éstos la unidad básica de significados, han sido objeto de estudio desde todas las perspectivas teóricas, ya sea como aprendizaje discriminativo (HULL, 1920; SPENCE, 1936), como formación y comprobación de hipótesis (BRUNER, GOODNOW y AUSTIN, 1956; KRECHEVSKY, 1932; LEVINE, 1975) o como fruto de diversos tipos de instrucción (AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978; GAGNÉ, 1975, 1985) o del propio desarrollo cognitivo (PIAGET, 1970, 1975; VYGOTSKII, 1934, 1978). De esta forma, podremos establecer relaciones entre las teorías propuestas desde estas diversas perspectivas, en busca de una concepción integradora y no reduccionista del aprendizaje. Al fin y al cabo, como en el viejo cuento de los ciegos que intentaban conocer un elefante al tacto, pero cada uno de ellos tocaba una parte distinta del elefante, en la psicología del aprendizaje somos muchos los ciegos pero probablemente sólo hay un elefante, aunque, eso sí, «un elefante grande y extraño, con muchas facetas», como dice CLAXTON (1984). Para poner en orden no sólo las facetas sino también a los ciegos que las estudian, es necesario mantener algún criterio clasificador de las diversas teorías del aprendizaje de conceptos. La dicotomía más frecuente (conductual/cognitivo) no resulta adecuada a nuestros propósitos por las razones expuestas a lo largo de esta Primera Parte. Teniendo en cuenta esas razones, mantendremos la existencia de dos formas principales de concebir el aprendizaje: como un proceso de *asociación* y como un proceso de *reestructuración*, para finalmente intentar establecer los puentes necesarios entre ambos procesos.

SEGUNDA PARTE

APRENDIZAJE POR ASOCIACION

CAPITULO IV

Formación de conceptos artificiales

Una esperanza creía en los tipos fisonómicos, tales como los ñatos, los de cara de pescado, los de gran toma de aire, los cetrinos y los cejudos, los de cara intelectual, los de estilo peluquero, etc. Dispuesto a clasificar definitivamente estos grupos empezó por hacer grandes listas de conocidos y los dividió en los grupos citados más arriba. Tomó entonces el primer grupo, formado por ocho ñatos, y vio con sorpresa que en realidad estos muchachos se subdividían en tres grupos, a saber: los ñatos bigotudos, los ñatos tipo boxeador y los ñatos estilo ordenanza de ministerio, compuestos respectivamente por 3, 3 y 2 ñatos. Apenas los separó en sus nuevos grupos (en el Paulista de San Martín, donde los había reunido con gran trabajo y no poco mazagrán bien frappé) se dio cuenta de que el primer subgrupo no era parejo, porque dos de los ñatos bigotudos pertenecían al tipo carpincho, mientras el restante era con toda seguridad un ñato de corte japonés. Haciéndolo a un lado con ayuda de un buen sandwich de anchoa y huevo duro, organizó el subgrupo de los dos carpinchos, y se disponía a inscribirlo en su libreta de trabajos científicos cuando uno de los carpinchos miró para un lado y el otro carpincho miró hacia el lado opuesto, a consecuencia de lo cual la esperanza y los demás concurrentes pudieron percatarse de que mientras el primero de los carpinchos era evidentemente un ñato braquicéfalo, el otro ñato producía un cráneo mucho más apropiado para colgar un sombrero que para encasquetárselo. Así fue cómo se le disolvió el subgrupo, y del resto no hablemos porque los demás sujetos habían pasado del mazagrán a la caña quemada, y en lo único que se parecían a esa altura de las cosas era en su firme voluntad de seguir bebiendo a expensas de la esperanza.

Julio Cortázar. *Historias de cronopios y de famas*

Naturaleza y funciones de los conceptos

Si hubiera que conceder un premio al descubrimiento empírico más fascinante de la historia de la psicología contemporánea, uno de los favoritos sería sin duda el conjunto de investigaciones de PIAGET sobre los invariantes perceptivos y las conservaciones. En contra de toda una tradición científica y, sobre todo, del más mínimo sentido común, PIAGET (1936) demostró, por ejemplo, que los recién nacidos no creen en la existencia permanente de los objetos o que incluso tienen di-

ficultades para percibir un objeto situado en distintas posiciones como *el mismo* objeto. También comprobó que, a una edad bastante mayor, los niños siguen teniendo problemas para comprender que los cambios perceptivos aparentes no modifican la naturaleza ni la cantidad de las cosas (PIAGET e INHELDER, 1941) o que el tiempo se «conserva» por encima de esas mismas apariencias, y la diferencia de edad entre dos hermanos seguirá siendo la misma durante toda la vida, aunque su aspecto físico cambie (PIAGET, 1946). ¿Qué tienen en común todas estas historias para merecer tal premio? En su conjunto (véase, por ej., FLAVELL, 1963) esas investigaciones muestran que incluso las más simples y universales creencias sobre la realidad son una elaboración cognitiva, desvelan hasta qué punto el mundo en el que vivimos dista de ser un mero producto de nuestras impresiones sensoriales. Si nos dejáramos guiar por esas impresiones, bastaría con desplazarnos levemente en cualquier dirección para que todo el mundo perceptivo que nos rodea cambiara y dejara de ser el mismo. Como señala FLAVELL (1977), un mundo en el que *nadie* creyera en invariantes tales como la constancia del tamaño o la permanencia del objeto sería una auténtica pesadilla. Lo verdaderamente fascinante de la historia piagetiana de las conservaciones es mostrar, en contra de nuestras más firmes intuiciones, que algunas de las *categorías* fundamentales de la realidad no están en la realidad sino en nuestras propias mentes. Pero, al mismo tiempo, descubre el carácter *necesario* de esas mismas categorías: si no creyéramos en ellas, si no percibiéramos el mundo a través de sus filtros, viviríamos, nosotros sí, en esa «zumbante y ruidosa confusión» que W. JAMES atribuía a la primera infancia. No podríamos sobrevivir sin categorizar el mundo porque cada hecho, cada estímulo, sería completamente nuevo para nosotros, seríamos «esclavos de lo particular», según la feliz expresión de BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956).

Los invariantes y las conservaciones piagetianas pueden considerarse como las formas más simples de conceptualización. La lectura y comprensión de un poema o de un texto científico constituirían algunas de las formas más complejas de esa misma conceptualización. De la permanencia del objeto al concepto de «presión fiscal» hay mucha distancia conceptual por recorrer, pero ambos tienen una utilidad, un valor funcional común. Según BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) los conceptos sirven básicamente para:

a) reducir la complejidad del entorno;
b) identificar los objetos que hay en el mundo;
c) reducir la necesidad de un aprendizaje constante;
d) proporcionar una dirección a la actividad instrumental;
e) ordenar y relacionar clases de hechos.

Además de evitarnos la angustia de la eterna *tabula rasa*, los conceptos parecen cumplir dos funciones esenciales para la supervivencia. Por un lado proporcionan *organización* en un mundo que sin ellos sería caótico. Cuando entramos por primera vez en un cine determinado, nos llaman la atención ciertas peculiaridades en la decoración o en la disposición del local, pero, aunque no hayamos

estado nunca allí, la mayor parte de los detalles y de lo que allí sucede nos resulta conocido. Sabemos para qué sirve la pantalla, que debemos sentamos en una butaca y no en el pasillo, y otras muchas cosas. Pero, además de proporcionarnos un universo organizado, los conceptos tienen una función de *predicción*. Gracias a que disponemos del concepto de «acomodador» podemos prever la conducta de ese señor que se acerca hacia nosotros con una linterna en una mano y la otra mano extendida y podemos suponer que no es un loco peligroso ni está pidiendo limosna. También gracias a que disponemos, por ejemplo., del concepto de «película de Fassbinder» podemos prever lo que sucederá en la pantalla y evitarnos las molestias.

Ambas funciones, organización y predicción, se encuentran muy ligadas. En conjunto, nos permiten generar «escenarios» (SCHANK y ABELSON, 1977), «modelos mentales» (GENTNER y STEVENS, 1983; HOLYOAK, 1984) o «teorías» implícitas o explícitas (FURNHAM, 1988; KARMILOFF-SMITH e INHELDER, 1975; MURPHY y MEDIN, 1985) de las situaciones a las que nos enfrentamos. Pero la función de esos modelos interpretativos aplicados a la realidad no es sólo identificarla o describirla. Su principal función adaptativa es predecir, y en su caso explicar, lo que ocurrirá a continuación. Aquellos hechos no previstos por nuestros modelos explicativos son los que obligan a generar conceptos nuevos, a modificar nuestro sistema conceptual. Podemos predecir perfectamente que aquel pájaro vuele en cualquier momento, pero resulta más inexplicable que lo que vuele sea un libro o un paraguas. Para explicar ese hecho «anómalo» podemos recurrir a un concepto ya presente en nuestras teorías («una racha de viento») o generar un concepto nuevo (se trata del último invento en juguetes: «el libro volador»). En cualquier caso, la conceptualización que hagamos de la situación tendrá a su vez consecuencias sobre el futuro: nos protegeremos del viento cuando salgamos a la calle o tendremos precaución cuando veamos sobre un banco un libro sospechoso. Lo más inquietante de las categorías «vacías» (por ej., «los gamusinos» o «los animales esféricos» de que habla BORGES en *El libro de los seres imaginarios* es precisamente la imposibilidad de predecir su conducta.

Además de sus funciones, existen otros rasgos de los conceptos que es necesario considerar antes de ocuparnos de su aprendizaje. Uno de esos rasgos es la propia definición de los conceptos. FREGE (1892) distinguía entre *referencia y sentido* del concepto. La referencia del concepto son los hechos y objetos del mundo que designa, mientras que su sentido viene dado por su relación con otros conceptos. Más recientemente, MILLER, y JOHNSON-LAIRD (1976) han recuperado esta distinción al diferenciar entre el *procedimiento de identificación* de un concepto y su *núcleo*. Mientras que aquél estaría relacionado con los atributos del concepto, éste vendría determinado por la red de conceptos en la que estuviera integrado. Así, la «lubina» no sólo es un pez con ciertos atributos perceptibles, sino que además pertenece a una «familia» determinada, lo que nos permite inferir algunas otras cualidades culinarias muy sugestivas al respecto. Un *yuppie* no sólo es un joven, urbano, profesional, con hábitos determinados de consumo; es también un fenómeno cultural que adquiere significado en un contexto social e histórico concreto.

Existen otras distinciones que hacen referencia a estas dos formas de definir un concepto, como por ejemplo, la definición intensional y extensional del concepto o su significado constitutivo o proposicional (véase al respecto WICKELGREN, 1979, 1981; también SMITH y MEDIN, 1981). Aunque existen algunas diferencias entre esas distinciones, para nuestros intereses todas ellas coinciden en diferenciar entre una definición del concepto «desde abajo», a partir de sus atributos, y una definición «desde arriba», según su relación con el resto de los conceptos que componen la red semántica o la «teoría». Otro de los rasgos en los que suele coincidir la mayor parte de estas distinciones (FREGE, 1892; MILLER y JOHNSON-LAIRD, 1976; WICKELGREN, 1979) es en que el núcleo o sentido del concepto determina cuáles son sus referentes o atributos relevantes. Lo que hace significativo al concepto de «invertebrado» son sus diferencias con los «vertebrados». En sus divertidas *Historias de cronopios y de famas*, Julio CORTÁZAR fabula sobre las diferencias entre los unos y los otros. El significado de los «famas» sólo puede entenderse conociendo a los «cronopios», y viceversa. La mayor parte de los conceptos científicos tienen muy acentuada esta naturaleza relacional. No puede entenderse el volumen sin saber lo que es el peso o el tamaño (CARRETERO, 1984), no se comprende el concepto de proletariado a menos que se comprenda también el de burguesía (CARRETERO, POZO y ASENSIO, 1983; POZO, 1985). En términos generales, podemos decir que el lugar de un concepto en la estructura de conocimientos de un sujeto determinará los atributos concretos que definirán a ese concepto.

Pero además de ocupar un lugar en una estructura o teoría más amplia, los propios conceptos poseen una estructura interna. Hay dos concepciones fundamentales de la estructura interna de los conceptos. Según la concepción *clásica*, un concepto está constituido por una serie de atributos necesarios y suficientes, de tal modo que todos los ejemplos del concepto tienen unos atributos comunes y ningún no-ejemplo del concepto posee esos atributos. En otras palabras, los conceptos tendrían la estructura de las clases lógicas: $C=R\ (x, y, ...)$, donde C sería el concepto, $x, y,$ sus atributos y R la relación existente entre dichos atributos. Los conceptos científicos suelen responder a esta concepción. Así, el concepto «plantígrado» está perfectamente delimitado. Dado cualquier objeto o ser vivo, a partir de los atributos que definen científicamente lo que es un plantígrado, puede determinarse si pertenece o no a la categoría. Algunos conceptos cotidianos son también de este tipo. Por ejemplo, el concepto «madre» está perfectamente definido en el lenguaje cotidiano, a pesar de que la ingeniería genética haya venido a complicar innecesariamente las cosas de un tiempo a esta parte. Sin embargo, la mayoría de los conceptos cotidianos, incluso los referidos a fenómenos científicos (POZO y CARRETERO, 1987), se adecúan más a la concepción *probabilística*, según la cual los conceptos tienen una estructura difusa (ZADEH, 1965), no existiendo atributos necesarios ni suficientes que los definan. Basta mirar a cualquier objeto próximo (bolígrafo, silla, terraza) para comprobar lo difícil que es encontrar atributos diferenciales comunes a todos los miembros de cada una de esas categorías. Esta concepción resulta dominante en la psicología actual del aprendizaje de conceptos. Como veremos, esencialmente en el próximo capítulo, tras un lar-

go dominio de la concepción clásica, a partir fundamentalmente de la obra de Eleanor ROSCH (1973a, 1977, 1978) se ha impuesto la idea de que los conceptos están definidos de un modo probabilístico, con límites borrosos. En las próximas páginas analizaremos con más detalle las implicaciones de ambas concepciones para el aprendizaje de conceptos, si bien el problema de la naturaleza o estructura de los conceptos sólo será tratado colateralmente (análisis extensos pueden encontrarse en DEMOPOULOS y MARRAS, 1986; MEDIN y SMITH, 1984; MERVIS y ROSCH, 1981, NEISSER 1987a; PYLYSHYN y DEMOPOULOS, 1986; ROSCH y LLOYD, 1978; SCHOLNICK, 1983; SMITH y MEDIN, 1981).

Además de diferir en su idea de cómo se estructura un concepto, las teorías que vamos a analizar difieren también en cuanto a su creencia en la *realidad* de los conceptos. Mientras algunos autores (por ej., ROSCH, 1977, 1978) insisten en que los conceptos «están» en la realidad y el sujeto se limita a «extraerlos» o detectarlos, otros (por ej., BOLTON, 1977; BRUNER, GOODNOW y AUSTIN, 1956) consideran que los conceptos son «invenciones» útiles que no están en la realidad. Estas dos posiciones tienen implicaciones claramente diferenciadas con respecto a la forma en que deben adquirirse los conceptos. Aquellos que mantienen que los conceptos son entidades reales son partidarios del aprendizaje de conceptos por abstracción o inducción (BOLTON, 1977). Si los conceptos están «ahí fuera», sólo se necesitan mecanismos para detectar las covariaciones existentes en el medio. Así, las teorías de la abstracción son teorías del aprendizaje *por asociación* (desarrolladas en esta Segunda Parte). En cambio, si los conceptos son inventados, se construirán por procesos más complejos, *por reestructuración* de conceptos previos en la mente del sujeto (véase Tercera Parte).

Primeros estudios sobre la formación de conceptos: teorías conductistas clásicas

Durante bastantes años, la investigación psicológica de la formación de conceptos se ha basado en situaciones de laboratorio en las que los sujetos, animales de diversas especies o humanos, debían aprender o identificar conceptos artificales. La razón de usar ese tipo de tareas era evitar la interferencia de aprendizajes previos del sujeto que escapaban al control del experimentador, junto con la mayor simplicidad de los conceptos artificiales en relación con los naturales, lo que facilitaba el estudio de los procesos mediante los que se formaban. En este tipo de trabajos, los conceptos suelen tener dos o tres dimensiones relevantes, generalmente consistentes en aspectos perceptivos inmediatos (por ej., forma, tamaño, color). Cada una de estas dimensiones puede tener dos o más valores. A su vez las diversas dimensiones pueden relacionarse entre sí según diversas reglas (conjunción, disyunción, relación condicional, etc). Así, un concepto posible en estos trabajos es el de «triángulo verde», basado en una regla conjuntiva, o el de «triángulo o verde», basado en una regla disyuntiva. Existen diversos procedimientos experimentales y numerosas variables que pueden manipularse afectando a la complejidad del problema (véase BOURNE, EKSTRAND y DOMINOWSKI, 1971;

COHEN, 1977. Algunos de esos aspectos serán analizados a medida que vayamos revisando las distintas teorías propuestas para explicar la actuación de los sujetos animales y humanos en este tipo de tareas.

FIGURA 4.1. Estímulos utilizados por Hull (1920) en su experimento sobre formación de conceptos. Se observará que todos los caracteres alineados en la misma fila tienen ciertos rasgos básicos comunes que constituyen el «radical» o «concepto».

En páginas anteriores veíamos que el aprendizaje mediante modelos computacionales se halla atrapado en una «habitación china» (SEARLE, 1980, 1984). Lo cierto es que la tradición de los símbolos chinos como moneda de cambio del aprendizaje de conceptos se remonta mucho más atrás en el tiempo. Puede decirse que el primer estudio experimental sistemático sobre la adquisición de conceptos se basó también en el uso de símbolos chinos. HULL (1920) presentó a un grupo de sujetos adultos caracteres chinos como los que se recogen en la Figura 4.1. Al sujeto se le decía que estaba enfrentándose a una tarea de memoria. Se utilizaba el método de *recepción*, que sería a partir de entonces el más usado en este tipo de investigaciones. Con este método, en cada ensayo se presenta un estímulo, el sujeto emite un juicio, inicialmente al azar, con respecto a si es o no un ejemplo positivo del concepto que debe descubrir y el experimentador le dice si está o no en lo cierto. Se siguen realizando ensayos hasta que el sujeto deja de cometer errores en sus juicios. En la investigación de HULL (1920) se presentaba un carácter chino en cada ensayo, el sujeto tenía que adivinar su nombre y a continuación el experimentador le daba el nombre correcto. Como puede observarse,

los caracteres chinos resultan enormemente variables, es decir, tienen muchas dimensiones. Sin embargo, sólo algunas de esas dimensiones, los radicales, son relevantes para el concepto, de forma que aquellos caracteres que contienen el mismo radical reciben siempre el mismo nombre. Al sujeto no se le especificaba qué dimensiones eran las relevantes. Sin embargo, los sujetos lograban, tras unos pocos ensayos, aprender el nombre adecuado a cada concepto e incluso aplicarlo correctamente a caracteres nuevos que lo contenían. En cambio, con frecuencia los sujetos no eran conscientes de su aprendizaje: podían denominar correctamente un ejemplo pero no eran capaces de describir o dibujar el «radical» en el que habían basado su categorización.

Según HULL (1920) la forma en que sus sujetos aprendían en esta situación explicaría cómo adquirimos normalmente los conceptos. El esquema general de su teoría se recoge en la Figura 4.2. Los conceptos se adquirirían por discriminación entre los diversos elementos que componen el estímulo. Por este procedimiento, el sujeto llega a abstraer un elemento común a diversos estímulos asociados a la misma respuesta. Ese elemento común constituye el concepto, de forma que la respuesta se generalizará a todos aquellos estímulos que posean ese elemento. Así adquirirían los niños, según HULL (1920), conceptos como «perro», abstrayendo los rasgos comunes a todos los perros que les diferencian de los de otros animales, como los gatos o las vacas.

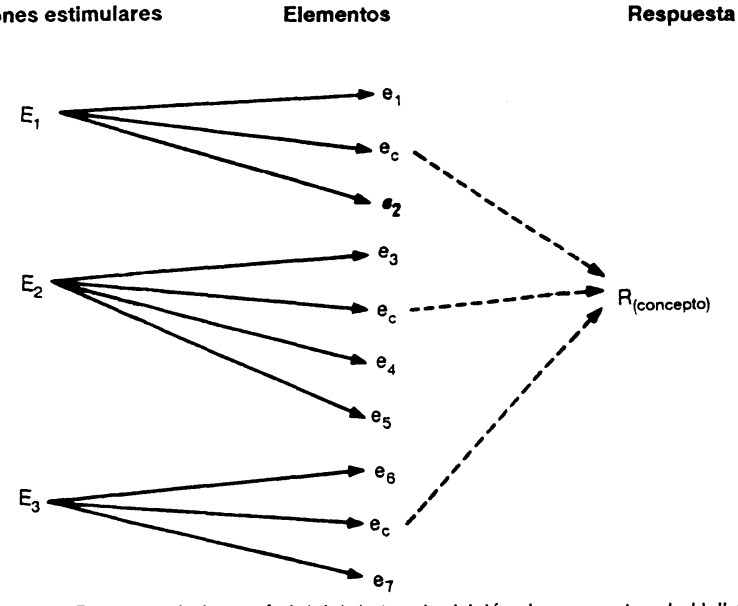


FIGURA 4.2. Esquema de la teoría inicial de la adquisición de conceptos de Hull (1920) (tomado de Boume, 1966. pág. 27). Los estímulos (E_1, E_2, E_3) están compuestos por diversos elementos (e_1, e_2, e_3, etc.). Cuando varios patrones estimulares comparten un mismo elemento común (e_c) ese elemento común constituiría el significado del concepto o respuesta (R) suscitada por esos estímulos.

Posteriormente HULL (1943) propondría una versión algo más sofisticada de su teoría, también desarrollada por SPENCE (1936, 1937). Según la teoría de HULL-SPENCE, el aprendizaje de conceptos consistiría en la adquisición gradual de potenciales excitatorios e inhibitorios. Cada elemento del estímulo tendría su propio potencial, como consecuencia de su asociación con un refuerzo. La respuesta del sujeto ante un estímulo (es decir, su atribución o no a una determinada categoría) depende de la suma total de los potenciales excitatorios e inhibitorios de los elementos que lo componen. La teoría supone que, en todo momento, el animal está asociando todos los estímulos y los componentes de los estímulos a las respuestas y refuerzos recibidos. Sólo aquellos elementos o estímulos que estén sistemáticamente asociados a un refuerzo tendrán un potencial excitatorio, (como por ej., «ladrido» con «perro»). El resto de los estímulos tendrán un potencial nulo (por ej., «color marrón» con «perro») o inhibitorio (por ej., «volar» con «perro»). Igualmente la teoría supone que la adquisición de conceptos es gradual o continua. Así, la adquisición da lugar a las clásicas curvas de aprendizaje en las que, salvo que el elemento discriminativo tenga inicialmente un potencial inferior a otros elementos presentes, el aprendizaje es negativamente acelerado, muy rápido al comienzo y después más lento (HULL, 1943).

Supuestos parecidos son los que mantiene SKINNER (1953) en su concepción del aprendizaje discriminativo. La mayor parte de las respuestas operantes se producen en presencia de ciertas claves o estímulos ambientales. Cuando un operante emitido en esas condiciones es reforzado, todos los elementos estimulares presentes adquieren control sobre la emisión de la respuesta. El control puede extenderse a otras situaciones estimulares que contengan algunos estímulos comunes. Si una paloma es condicionada a picotear un círculo rojo y posteriormente reforzamos también el picoteo de un cuadrado rojo pero no de un círculo azul, el color rojo pasará a controlar la conducta de picoteo. Lo que llamamos adquisición de conceptos sería «*el moldeamiento de la conducta por las contingencias de tal forma que los estímulos que poseen la propiedad evoquen la respuesta mientras que otros estímulos no*» (SKINNER, 1984, pág. 589). Pero «*la inducción (o generalización) no es una actividad del organismo, es simplemente un término que describe el hecho de que el control adquirido por un estímulo es compartido por otros estímulos con propiedades comunes o, para decirlo de otro modo, que el control es compartido por todas las propiedades del estímulo tomadas por separado*» (SKINNER, 1953, pág. 143 de la trad. cast.). Las respuestas abstractas sólo se adquirirán cuando un agente reforzador así lo disponga, ya que en las contingencias naturales raramente una respuesta queda bajo control de una propiedad aislada (SKINNER, 1953).

Al igual que en la teoría de HULL-SPENCE, SKINNER (1953) basa su posición en la existencia de unos elementos estimulares comunes, discriminados del conjunto estimular, que se asocian positivamente y de un modo gradual a una respuesta reforzada. Estas ideas constituyen el núcleo de las teorías conductistas de la adquisición de conceptos, basadas en asociaciones entre estímulos y respuestas y están presentes también en otros modelos como la teoría del aprendizaje discriminativo de GIBSON (1940) en relación con tareas de aprendizaje de pares asocia-

dos (véase BOURNE, 1966). Según estas teorías, el aprendizaje de conceptos se basa en procesos asociativos de discriminación y generalización, por lo que, de acuerdo con la interpretación fixista de la continuidad filogenética, no existirían diferencias en los mecanismos básicos del aprendizaje de conceptos entre animales y humanos. Las diferencias se hallarán en la complejidad del ambiente (SKINNER, 1953). Así, FIELDS (1932) enseñó fácilmente a unas ratas blancas el concepto de «triángulo». Para ello sólo tuvo que reforzar, de modo discriminativo, la emisión de respuestas en presencia de diversos estímulos triangulares. Tal vez, como el esclavo Menón al que SÓCRATES enseñaba geometría haciéndole descubrir las ideas geométricas puras que desde siempre estaban en él, la rata blanca sea capaz de aprender trigonometría si se le somete a las contingencias adecuadas. Sin embargo, el problema de las diferencias entre el aprendizaje conceptual animal y humano plantea ya dudas dentro del conductismo. Algunos autores están convencidos de que la adquisición de conceptos no puede reducirse a meras discriminaciones estimulares, sino que es necesario tener en cuenta la «mediación verbal». En la década de los cincuenta, en plena crisis del conductismo, estos autores propondrán las teorías mediacionales de la adquisición de conceptos.

Teorías conductistas mediacionales

La interpretación del aprendizaje en términos de respuestas y estímulos mediadores tiene su origen curiosamente en los intentos del propio HULL (1930) por dar cuenta de los «residuos de experiencia» en forma de respuestas y estímulos anticipatorios, en el contexto de sus polémicas con TOLMAN (ROZEBOOM, 1970; WETHERICK, 1978). Sin embargo, la teoría mediacional del aprendizaje de conceptos surgirá veinte años más tarde de la mano de OSGOOD (1953), los KENDLER (KENDLER y D'AMATO, 1955; KENDLER y KENDLER , 1962) o STAATS (1961), entre otros. Estos autores observaron que muchos conceptos, en contra de las suposiciones conductistas clásicas, carecen de un elemento estimular común. ¿Qué elemento estimular tienen en común sombrero, corbata y gabardina? ¿Y reír, cantar y bailar? Según las teorías mediacionales, el significado de los conceptos no se basaría generalmente en elementos estimulares comunes a las instancias del concepto, sino en que éstas evocarían una respuesta mediacional, común, preferentemente de naturaleza verbal. De esta forma, estímulos diferentes acabarían provocando, por procesos de condicionamiento, una respuesta equivalente. Existen diversos tipos de teorías mediacionales, basadas ya sea en el condicionamiento clásico, en el condicionamiento operante, o en ambos. La Figura 4.3 representa un esquema prototípico de la formación de un concepto como una respuesta mediacional, según STAATS (1961). Así, por ejemplo, cuando la madre dice al niño el nombre de un objeto (por ej., «coche») en presencia del propio objeto, parte de las respuestas sensoriales elicitadas inicialmente por el objeto quedan asociadas, por un proceso de condicionamiento clásico, al nombre del objeto. Cuando más adelante, el niño dice el nombre del objeto en presencia de éste, la madre refuerza discriminativamente su respuesta verbal, de tal manera que el nombre del obje-

to, y las respuestas sensoriales mediacionales asociadas a él, adquieren control sobre la emisión del nombre. De esta forma, el nombre del objeto evocará esas respuestas mediacionales que constituyen el significado, al mismo tiempo que las respuestas mediacionales evocan la respuesta verbal.

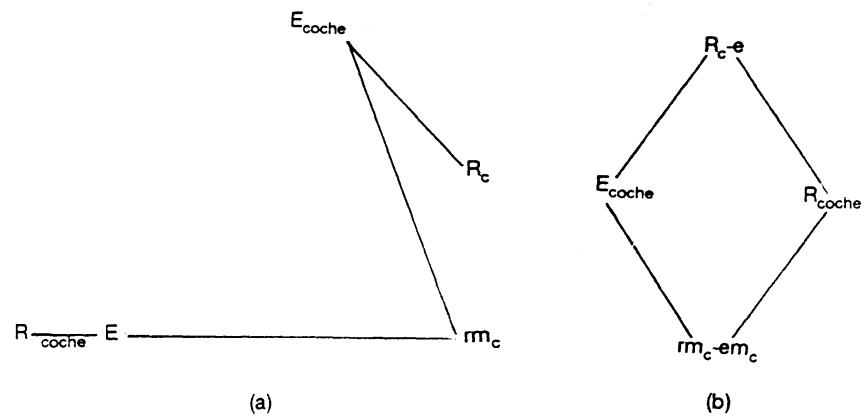


FIGURA 4.3. Un esquema *mediacional* de la adquisición del significado (*a*) y del condicionamiento de respuestas verbales (*b*) según Staats (1961, pág. 23). En *a* cuando la madre dice «coche» (R_{coche}-*E*) y señala a un coche (E_{coche}), parte de las respuestas sensoriales elicitadas por el objeto (rm_c), se condicionan al estímulo auditivo (*E*). Hay otros componentes de la respuesta provocada por el E_{coche} que no son condicionables (R_c). La Figura *b* representa la adquisición de una respuesta verbal por condicionamiento operante: cuando el niño dice «coche» al ver un coche, es reforzado por la madre, de tal forma que la respuesta verbal (R_{coche}) queda bajo control de los estímulos mediacionales producidos por los componentes condicionables de la respuesta sensorial (*rmc-emc*). Como consecuencia, la respuesta verbal «coche» (R_{coche}-*E*) tiende a elicitar el significado (*rmc*), pero el *significado* (rm_c-em_c) también tiende a evocar la respuesta verbal (R_{coche}).

Es así como las teorías mediacionales intentan explicar el origen de los significados. Pero lo hacen desde los presupuestos asociacionistas del conductismo, aunque levantando la prohibición radical contra la existencia de representaciones. Las respuestas mediacionales constituyen verdaderas representaciones internas de los estímulos. En este sentido puede hablarse de que estas teorías mantienen posiciones cognitivas. Ahora bien, siguen fieles a la creencia asociacionista en el principio de correspondencia o isomorfismo: las respuestas mediadoras tienen las mismas características que las respuestas externas y su adquisición puede explicarse exactamente en los mismos términos y mediante los mismos conceptos

que la adquisición de conductas manifiestas (véase al respecto la polémica entre OSGOOD y FODOR recogida en OSGOOD, 1984). Así, siguen concibiendo el aprendizaje de conceptos como un proceso de discriminación y generalización, en el que varios estímulos quedan asociados a una misma respuesta. Pero, a diferencia de la concepción conductista clásica, los conceptos no están constituidos por elementos estimulares sino por mediaciones verbales, como refleja la representación del concepto «animal» recogida en la Figura 4.4. El concepto «animal» estaría constituido por los componenetes de respuesta mediacional comunes a los diversos ejemplares que pertenecen a la categoría, componentes que se abstraerían por procesos asociativos.

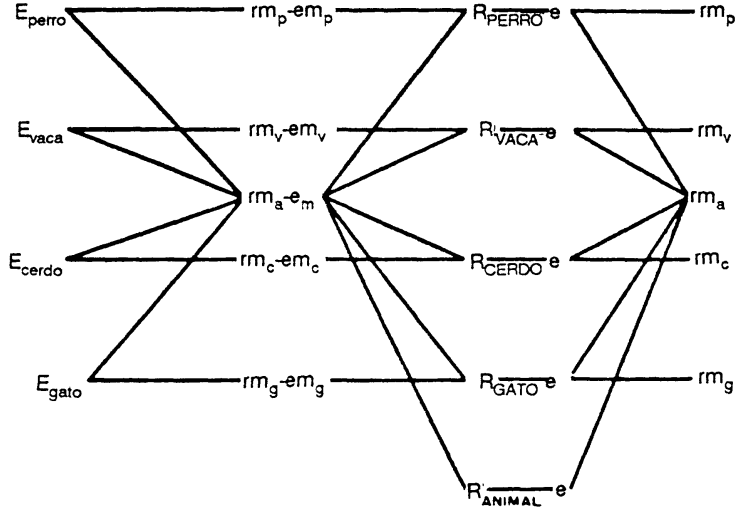


FIGURA 4.4. Representación del concepto «animal» según el modelo mediacional de Staats (1961, pág. 28). El significado «animal» (rm_a) estaría constituido por los componentes mediacionales comunes a las respuestas de significado elicitadas por distintos estímulos «animales» (perro, vaca, cerdo, gato, etc.)

Pero, aun teniendo rasgos comunes, las concepciones conductistas clásica y mediacional llevan a algunas predicciones diferentes que permiten contrastarlas empíricamente. KENDLER y KENDLER (1962) compararon las predicciones que hacen ambas teorías en la situación de cambio «invertido» y «no invertido» en tareas de formación de conceptos. La situación, esquematizada en la Figura 4.5, es la siguiente. En una tarea simple, utilizando el método de recepción introducido por HULL (1920), el sujeto debe aprender que todos los estímulos blancos son ejemplos positivos y que todos los estímulos negros son ejemplos negativos. Esto se consigue fácilmente en unos pocos ensayos. Pero, una vez que el sujeto ha al-

canzado la solución (deja de cometer errores), se cambia el criterio de solución sin previo aviso y sin que haya ninguna interrupción en la tarea. Hay dos tipos de cambios, a cada uno de los cuales se adscribe un grupo experimental. En el cambio invertido o *intradimensional* se invierten los valores previos dentro de la misma dimensión: los estímulos blancos pasan a ser ejemplos negativos y los estímulos negros son ahora ejemplos positivos. En el cambio no invertido o *extradimensional*, el nuevo criterio se establece en una dimensión distinta de la anterior: ahora se consideran ejemplos del concepto todos los cuadrados y no ejemplos todos los triángulos. El color pasa a ser una dimensión irrelevante.

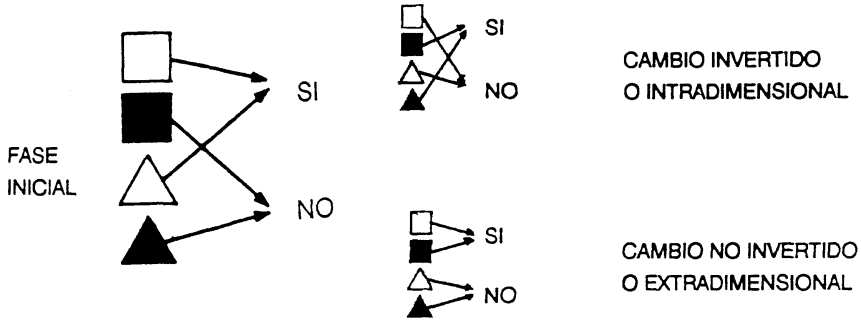


FIGURA 4.5. Procedimiento experimental de cambio invertido y no invertido para someter a prueba las teorías conductistas clásicas y mediacionales (explicación en el texto).

En esta situación, el conductismo clásico y las teorías mediacionales hacen predicciones distintas con respecto a cuál de los dos cambios se aprenderá más fácilmente. La teoría conductista clásica sostiene que será más fácil aprender el cambio extradimensional. Dado que lo que se aprenden son asociaciones entre estímulos físicos y respuestas, tras el entrenamiento previo, el estímulo «negro» tiene, según la teoría de HULL-SPENCE, un alto potencial inhibitorio, mientras que el estímulo «cuadrado» tiene un potencial nulo, ya que la mitad de las veces ha sido asociado a casos positivos y la mitad a negativos. Por tanto serán necesarios más ensayos para «invertir» la fuerza asociativa de un estímulo negativo que para conseguir asociar un estímulo inicialmente «neutro». La predicción del conductismo mediacional es justamente la contraria: se aprenderá con más facilidad el cambio intradimensional. Según esta teoría, lo que el sujeto aprende es la asociación entre una respuesta mediacional y el refuerzo. En el presente caso, la respuesta mediacional es la dimensión «color». Tras los ensayos previos, el sujeto ha aprendido a considerar el color como dimensión relevante. Por ello, le resultará más fácil seguir utilizando la misma respuesta mediacional que tener que generar una respuesta mediacional nueva al trabajar sobre otra dimensión.

Los resultados de KENDLER y KENDLER (1962) parecen dar parcialmente la razón a la teoría mediacional. Los sujetos adultos y los niños mayores de 6-7 años aprenden más fácilmente el cambio intradimensional. En cambio, los animales y

los niños menores de esa edad aprenden más rápidamente cuando el cambio es extradimensional. Según la interpretación de KENDLER y KENDLER (1962), estos últimos carecen de mediadores verbales por lo que han de limitarse a hacer discriminaciones directamente sobre los estímulos, según prevé la concepción clásica. En cambio, los niños de más edad y los adultos utilizarían su capacidad verbal para hacer discriminaciones *mediante* dimensiones.

Esta interpretación de las diferencias evolutivas encontradas por KENDLER y KENDLER (1962) es coherente con sus datos y con el modelo de mediación verbal que propugnan. Sin embargo, existen algunos otros estudios hechos con el mismo procedimiento experimental que ponen en duda tal interpretación. Así, se ha comprobado que también los niños preescolares aprenden en ocasiones con más facilidad los cambios intradimensionales (DICKERSON, 1966) y que, en cualquier caso, pueden hacerlo con un poco de entrenamiento no lingüístico (SPERLING, 1965; TIGHE y TIGHE, 1969). Aunque las variables que afectan al diverso rendimiento de los niños preescolares en unas y otras investigaciones no están del todo claras (véase BOLTON, 1972), los datos apuntan a que lo relevante en el cambio intradimensional no es la mediación verbal sino la atención selectiva a la dimensión relevante del problema. Esta interpretación se ve reforzada por las investigaciones con animales utilizando el mismo procedimiento de cambio tras la solución (para una revisión véase, por ej., MACKINTOSH, 1983; ROITBLAT, 1987; TARPY, 1985). MACKINTOSH (1964) ha comprobado que las ratas aprenden más fácilmente el cambio intradimensional que el extradimensional. Igual sucede con las palomas (por ej., MACKINTOSH y LITTLE, 1969) y con los monos (ROTHBLAT y WILSON, 1968). Suele aceptarse que esa mayor facilidad se debe a que el animal ha aprendido a atender a esa dimensión. Según esta interpretación, compatible con los estudios realizados con preescolares (BOLTON, 1972), en las tareas de adquisición de conceptos, la discriminación está basada en un proceso atencional por el que el sujeto se centra en el «análisis» de ciertas dimensiones estimulares y desatiende otras. En otras palabras, cuando el sujeto tiene que decidir si un estímulo es un ejemplo positivo o negativo, parte de un procesamiento selectivo del estímulo por el que ciertas dimensiones son más relevantes que otras. Tal interpretación tiene una larga historia en la psicología del aprendizaje, remotándose a los trabajos de LASHLEY (1929) y KRECHEVSKY (1932), y recibe el nombre de «teoría de la comprobación de hipótesis», ya que supone que, cuando el sujeto se enfrenta a la tarea, lo hace desde una hipótesis o expectativa previa.

Teorías de la comprobación de hipótesis

Puede decirse que las primeras versiones del aprendizaje de conceptos como un proceso de comprobación de hipótesis surgen dentro del propio conductismo en forma de «procesos selectivos». Será LASHLEY (1929) quien observe que, en tareas simples de condicionamiento, las ratas, antes de aprender la asociación correcta o reforzada, muestran diversas «soluciones intentadas», como situarse en ciertos lugares o en posiciones determinadas. LASHLEY pensaba que, mientras

el animal estaba «intentando» esas soluciones, no podía aprender sobre el resto de los estímulos y, por tanto, no podía aprender la solución correcta. Estas ideas serán retomadas por KRECHEVSKY (1932), un discípulo de TOLMAN, quien denominará a esos intentos «hipótesis». En sus investigaciones sobre aprendizaje discriminativo, en las que las ratas tenían que «decidir» en qué brazo de un laberinto se hallaba la comida, comprobó que las ratas mostraban pautas sistemáticas de respuesta no correlacionadas con el refuerzo, a las que denominó hipótesis. Por ejemplo, en uno de sus trabajos, en el que el refuerzo se distribuía aleatoriamente, observó que las ratas, a pesar de todo, seguían comportándose de modo sistemático, primero con respecto a un estímulo (por ej., el color del brazo del laberinto), luego con respecto a otro (por ej., la posición). KRECHEVSKY (1932) creía al igual que LASHLEY que, mientras la rata prueba una «hipótesis» no aprende nada sobre los estímulos restantes. De esta forma, las hipótesis constituirían un foco selectivo que centraría la atención del animal sobre un determinado estímulo o dimensión.

La idea de que los animales comprobaban hipótesis durante los ensayos de aprendizaje chocaba frontalmente con la doctrina conductista clásica. El desacuerdo no quedó sin respuesta y SPENCE (1936, 1937) sostuvo que esos intentos previos a la solución no eran sino un subproducto de la propia historia de refuerzos del animal. De acuerdo con la teoría de HULL-SPENCE, ciertos estímulos o elementos estimulares han adquirido en la historia del aprendizaje del animal un potencial excitatorio que les hace ser dominantes ante la nueva tarea discriminativa. La falta de refuerzo hace que ese potencial disminuya, al tiempo que se incrementa la fuerza de la asociación correcta, que acaba por imponerse.

La explicación de SPENCE (1937) acabó también por imponerse, por lo que la idea de que las ratas comprueban hipótesis no tuvo mucho éxito dentro del conductismo (sobre esta polémica y las razones del provisional triunfo de SPENCE véanse GHOLSON y BARKER, 1985; LEVINE, 1975). Habría que esperar algunos años para asistir al resurgimiento de las hipótesis de la mano de HARLOW (1949). En sus estudios sobre «disposición de aprendizaje» en monos, consistentes en tareas discriminativas binarias muy sencillas, HARLOW observó la aparición de «factores de error» muy persistentes que interferían la solución correcta. Algunos monos mostraban claras preferencias por ciertos estímulos o por ciertos valores estimulares (por ej., búsqueda sistemática del refuerzo en el lado derecho) aun cuando no fueran reforzados. LEVINE (1959) comprobó la notable semejanza de estas tendencias con los descubrimientos de KRECHEVSKY (1932) y recuperó el término «hipótesis» para los estudios de aprendizaje discriminativo.

Esta recuperación se vió acompañada por el impulso de los modelos matemáticos del aprendizaje desarrollados durante este período por ESTES (1959) o RESTLE (1955; BOURNE y RESTLE, 1955), quienes, a partir de la «teoría del muestreo de estímulos», acabaron desembocando en modelos claramente cognitivos, basados en la existencia de procesos selectivos en el aprendizaje discriminativo (para la evolución de estos modelos véanse ESTES, 1976; KINTSCH, 1970; MEDIN, 1976).

Además, la teoría de la comprobación de hipótesis se vió apoyada por nume-

rosos descubrimientos empíricos, tanto en el aprendizaje animal (véase ROITBLAT, 1987; TARPY, 1985) como en la formación de conceptos en humanos (resumidos en BOURNE, 1966; BOURNE, EKSTRAND y DOMINOWSKI, 1971). En su conjunto, esos descubrimientos, algunos de los cuales han sido comentados con anterioridad, mostraban que las posiciones conductistas puras y mediacionales resultaban insostenibles en varios puntos. Como consecuencia, se impuso la idea de que, al aprender un concepto, lo que hacen los sujetos es comprobar hipótesis de modo sucesivo o simultáneo. Existen numerosas versiones de la teoría de comprobación de hipótesis que difieren entre sí en varios aspectos relevantes. Para una comparación de las mismas (véanse, BOURNE, 1966; BOURNE, EKSTRAND y DOMINOWSKI, 1971; GHOLSON, 1980; LEVINE, 1975), pero según HOWARD (1983) todas ellas coinciden en que:

a) El sujeto dispone de un «banco» de hipótesis potenciales al comienzo del problema.
b) En cada ensayo la persona muestrea una o más hipótesis de entre las disponibles y responde sobre esa base.
c) Si la hipótesis elegida lleva a una clasificación correcta del estímulo, se mantiene. Si no, se rechaza y es sustituida por otra u otras del conjunto.

Con estos presupuestos comunes, las teorías difieren sin embargo en cuanto a los procesos mediante los cuales los sujetos seleccionan y eliminan las hipótesis. De hecho, la aceptación más o menos generalizada de la teoría de la comprobación de hipótesis no trajo consigo un consenso teórico, sino que las controversias y desacuerdos se hicieron, si cabe, más intensos. Tal vez por ello, el trabajo más influyente en este enfoque haya sido una investigación esencialmente descriptiva sobre las *estrategias* que usan los sujetos para aceptar o rechazar hipótesis en la adquisición de conceptos. Esa investigación fue realizada por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) y recogida en su libro *A study of thinking*. Un análisis de este trabajo permite conocer con cierto detalle no sólo el procedimiento experimental usado en este tipo de investigaciones, sino también algunas de sus limitaciones y de sus supuestos teóricos subyacentes con respecto a los mecanismos que dan lugar al aprendizaje de conceptos.

El trabajo de BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) es un intento de describir con detalle el proceso de adquisición de conceptos mediante comprobación de hipótesis. Se utilizan para ello diversos tipos de tareas con distintos materiales. La tarea más conocida y que mayores repercusiones ha tenido sobre trabajos posteriores utiliza como material los 81 estímulos de la Figura 4.6. Como puede observarse, esos estímulos recogen todas las combinaciones posibles con cuatro dimensiones o atributos, cada uno de los cuales tiene tres valores posibles. Las figuras varían en la forma (cruz, círculo, cuadrado), el color (blanco, negro, rayado), el número de figuras (una, dos, tres) y el número de márgenes (uno, dos, tres). Con estas figuras se pueden formar conceptos, de tal forma que unos estímulos sean ejemplos positivos del concepto y otros negativos. Así, se puede hablar de «todas las cartas con figura blanca» o del «conjunto de las cartas con

cruces negras». Los conceptos que pueden formarse varían en su complejidad. El caso más simple sería aquél que viniese definido por un solo atributo (por ej., «todas las cartas con dos figuras»). También se pueden formar conceptos *conjuntivos*, en los que es necesaria la concurrencia de varios valores para aceptar un estímulo como ejemplo positivo del concepto (por ej., «el conjunto de cartas con dos figuras blancas y tres contornos»). El número de atributos necesario para definir un concepto conjuntivo con los materiales de la Figura 4.6. varía de dos a cuatro. También pueden formarse conceptos *disyuntivos*, en los que la pertenencia a la clase queda definida por la presencia de uno de dos o más valores posibles (por ej., «todas las cartas que contengan una cruz o una figura rayada»). En este caso no es necesario que concurran los dos atributos para aceptar un estímulo como ejemplo de la clase. Nuevamente, como en los conceptos conjuntivos, los atributos que pueden definir a un concepto disyuntivo pueden ser dos o más de dos. Por último estarían los conceptos *relacionales* cuya definición vendría dada por una relación existente entre valores y no por la mera presencia de éstos (por ej., «todas las cartas que tengan el mismo número de figuras y de márgenes»). Dentro de los conceptos relacionales, estarían los conceptos *condicionales*, en los que la presencia de un valor en un atributo es condición suficiente, pero no necesaria, para la presencia de otro valor (por ej., «todas las cartas que si tienen una cruz tienen tres márgenes»).

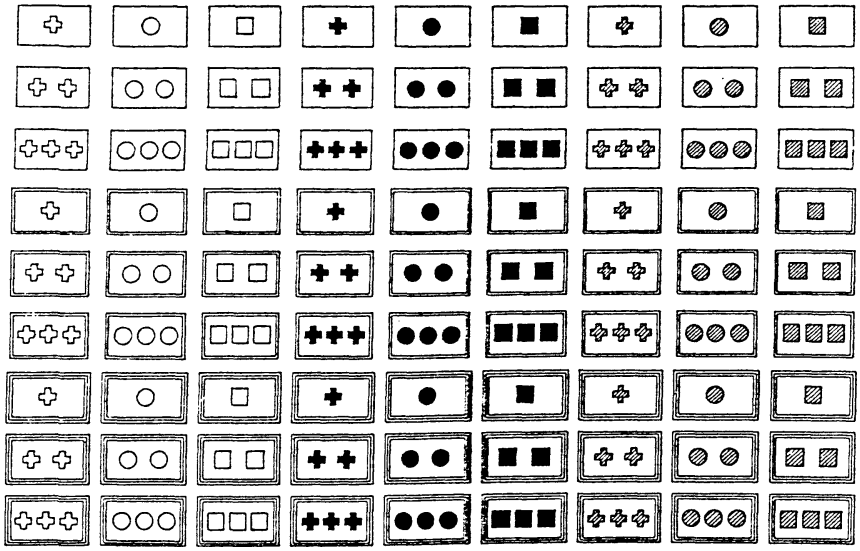


FIGURA 4.6. Serie de 81 estímulos utilizados por Bruner, Goodnow y Austin (1956) en una de sus investigaciones. La serie está compuesta por todas las combinaciones posibles de cuatro atributos con tres valores en cada uno (pág. 52 de la trad. cast.: J. Bruner, *El proceso mental en el aprendizaje*. Reproducido con permiso de Editorial Narcea).

Todos estos tipos de conceptos tienen un rasgo común, que caracteriza a las investigaciones sobre formación de conceptos artificiales: los conceptos tienen una estructura de clase lógica, de tal modo que ante cualquier estímulo, una vez

conocido el concepto, podemos decidir sin ninguna ambigüedad si pertenece o no a esa categoría. En otras palabras, las investigaciones con conceptos artificiales adoptan la concepción clásica según la cual un concepto queda definido por un conjunto de caracteres necesarios y suficientes.

BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) utilizaron dos procedimientos experimentales distintos que conducían al uso de estrategias diferentes por parte de los sujetos. Por un lado utilizaron el método de *recepción* habitualmente usado en este tipo de investigaciones desde el trabajo de HULL (1920). Tras explicar al sujeto el tipo de concepto al que se enfrenta (conjuntivo o disyuntivo) y las dimensiones y valores relevantes, el experimentador presenta un estímulo de los 81 de la Figura 4.6. al sujeto, anunciándole que es un ejemplo positivo de un concepto que él tiene en mente y que el sujeto debe averiguar. A continuación, tras retirar el estímulo inicial, que es siempre positivo, se presenta otro estímulo y el sujeto debe pronosticar si es un caso positivo o negativo. Igualmente debe decir cuál es su hipótesis con respecto al concepto que el experimentador tiene en mente. Entonces el experimentador indica al sujeto si su pronóstico con respecto al estímulo presentado es o no correcto. Se siguen presentando estímulos por este procedimiento, hasta que el sujeto deja de cometer errores en sus pronósticos y descubre el concepto.

El método de *selección* difiere dei anterior en que, en este caso, es el propio sujeto quien elige los estímulos para su análisis. El sujeto dispone ante sí de los 81 estímulos. Al igual que en el método de recepción, el experimenador le anuncia que tiene un concepto en mente que debe averiguar y le presenta un estímulo que es un caso positivo de ese concepto. A partir de ahí, es el propio sujeto quien debe ir eligiendo estímulos de uno en uno, en el orden que desee, y comunicando al experimentador si cree que es o no un caso positivo y cuál es su hipótesis sobre el concepto. El experimentador le informa en cada caso de si el ejemplo es positivo o no. La tarea continúa hasta que el sujeto logra identificar el concepto correcto. En todo momento, el sujeto tiene a la vista la totalidad de estímulos posibles.

Con ambos métodos, BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) comprobaron que sus sujetos adultos no realizaban una búsqueda aleatoria, sino que estaban guiados por verdaderas hipótesis. Sin embargo, los procedimientos usados por los sujetos para comprobar sus hipótesis variaban en función del método experimental. BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956, pág. 63 de la trad. cast.) denominan a esos procedimientos de búsqueda *estrategias* o «*regularidades presentes en la toma de decisiones*». Centrándonos en el método de *recepción* con conceptos conjuntivos, estos autores identifican dos estrategias, cuyas conductas características se resumen en las Tablas 4.1. y 4.2. respectivamente:

a) Estrategia *total*: el sujeto toma como atributos definitorios del concepto *todos* los valores del primer caso positivo. A partir de esa hipótesis inicial va eliminando los valores ausentes en otros ejemplos positivos, hasta descubrir el concepto correcto.
b) Estrategia *parcial*: el sujeto toma como hipótesis *alguno* o algunos de los

valores presentes en el primer caso positivo y mantiene esa hipótesis hasta que encuentra casos positivos o negativos que la falsen. En ese caso, la sustituye por otra congruente con los casos pasados que es capaz de recordar.

TABLA 4.1. *Conducta típica de la estrategia total en cada una de las cuatro situaciones que pueden producirse con el método de recepción según Bruner, Goodnow y Austin (1956, pág. 130 de la trad. cast.).*

	Instancia positiva	Instancia negativa
Confirma la hipótesis	Mantener la hipótesis vigente	Mantener la hipótesis vigente
Falsa la hipótesis	Tomar como hipótesis siguiente lo que tienen en común la antigua hipótesis y la instancia presente	Imposible excepto en caso de error. Si hay error, se corrige a partir de la relación entre las instancias pasadas y la hipótesis presente

TABLA 4.2. *Conducta típica según la estrategia parcial ante cada una de las cuatro situaciones que pueden producirse con el método de recepción según Bruner, Goodnow y Austin (1956, pág. 131 de la trad. cast.).*

	Instancia positiva	Instancia negativa
Confirma la hipótesis	Mantener la hipótesis vigente	Mantener la hipótesis vigente
Falsa la hipótesis	Cambiar la hipótesis haciéndola consistente con las instancias pasadas, es decir, seleccionar una hipotesis no falsada anteriormente	Cambiar la hipótesis para hacerla consistente con las instancias pasadas, es decir, elegir hipótesis no falsadas anterlormente

Cada una de estas estrategias produce pautas muy diferenciadas. Como queda ejemplificado en la Figura 4.7, la estrategia total da lugar a un proceso de comprobación sistemático, mediante una eliminación progresiva de atributos. Con esta estrategia, si no se cometen errores en su aplicación, sólo los casos positivos proporcionan información relevante. En cambio, la estrategia parcial plantea serios problemas cuando hay que abandonar una hipótesis y sustituirla por otra, ya que el sujeto ha de confiar en su memoria de casos pasados y buscar una nueva hipótesis congruente con ella. (Ver Figura 4.7.) BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) comprobaron que la mayor parte de sus sujetos (estudiantes universitarios) utilizaban la estrategia total y que, en términos generales, quienes usaban esta estra-

tegia descubrirían el concepto con mayor rapidez y eficacia que quienes usaban la estrategia parcial. Esta superioridad se hacía más notoria cuanto mayor era la dificultad de la tarea, ya porque se incrementaran los atributos presentes en el concepto correcto o porque se limitara el tiempo disponible para solucionar la tarea.

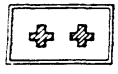
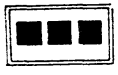
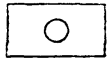
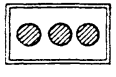
		ESTRATEGIA TOTAL		ESTRATEGIA PARCIAL	
Estímulo presentado	*Feedback*	Predicción	Hipótesis	Predicción	Hipótesis
	SI	?	dos bordes, dos, cruz, rayado	?	cruz, rayado
	NO	NO	mantiene la hipótesis	NO	mantiene la hipótesis
	SI	NO	dos bordes, cruz, rayado	SI	mantiene la hipótesis
	NO	NO	mantiene la hipótesis	NO	mantiene la hipótesis
	SI	NO	dos bordes, rayado	NO	rechaza la hipótesis ¿por cuál la sustituye?

FIGURA 4.7. Ejemplo de estrategia total y parcial ante unos mismos estímulos, utilizando el método receptivo. El *feedback* informa al sujeto de la pertenencia o no del estímulo al concepto y de hecho se produce después de la predicción. El concepto es «dos bordes, rayado».

El análisis de las estrategias resulta más complejo en el caso del método de selección. BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) identificaron dos estrategias principales con dos variantes cada una:

a) Estrategia de *enfoque*: al igual que en la estrategia total con el método receptivo, el sujeto toma todos los atributos del ejemplo positivo presentado por el experimentador como rasgos del concepto. De esta forma, el primer caso positivo sirve como «foco» en el proceso de comprobación. A partir de esa hipótesis va seleccionando estímulos que le permitan ir eliminando atributos. Puede hacerlo de dos formas (véase Figura 4.8). Mediante un enfoque *conservador* va eligiendo estímulos que difieran en un solo atributo del «foco» inicial. Mediante un enfoque *arriesgado* los ejemplos elegidos sucesivamente difieren en más de un atributo, por lo que, en caso de que el ejemplo resulte positivo, el proceso de eliminación

será más rápido. Pero si el ejemplo es negativo, resulta poco informativo. Por ello es una estrategia menos segura que el enfoque conservador.

b) Estrategia de *examen*: al igual que en la estrategia parcial con el método receptivo, el sujeto adopta aigno o algunos de los rasgos del primer caso positivo como hipótesis. A veces, el sujeto hace un examen *simultáneo* de todas las hipótesis posibles a partir de ese primer caso positivo. En otros se limita a hacer un examen *sucesivo* de las hipótesis, tomándolas de una en una.

ESTRATEGIA DE ENFOQUE CONSERVADOR

Estímulo Seleccionado	*Feedback*	Predicción	Hipótesis
	SI	?	tres bordes, tres, círculo, blanco
	SI	NO	tres bordes, círculo, blanco
	NO	NO	mantiene la hipótesis
	NO	NO	mantiene la hipótesis
	SI	NO	tres bordes, blanco

ESTRATEGIA DE ENFOQUE ARRIESGADO

Estímulo Seleccionado	*Feedback*	Predicción	Hipótesis
	SI	?	tres bordes, tres, círculo, blanco
	NO	NO	mantiene la hipótesis
	NO	NO	mantiene la hipótesis
	NO	NO	mantiene la hipótesis
	NO	NO	mantiene la hipótesis

Las pruebas seguirán sin que el sujeto pueda tener certeza de que su hipótesis es definitivamente correcta a menos que, por azar, se encuentre con un caso positivo (y aun así el acierto no es seguro):

	SI	NO	tres bordes, blanco

FIGURA 4.8. Ejemplos de estrategia de enfoque conservador y arriesgado con el método selectivo, en el que es el propio sujeto el que elige los estímulos, con la excepción del primer caso, presentado por el experimentador. El concepto elegido por el experimentador es un concepto conjuntivo con dos atributos: «tres bordes y blanco».

Al igual que sucediera con el método receptivo, las estrategias de enfoque resultaron más eficaces que las de examen y fueron las más usadas por los sujetos de BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956). Nuevamente, parece que las estrategias parciales o de examen obligan a un mayor esfuerzo de memoria que las estrategias basadas en usar el primer caso positivo como foco o modelo del concepto. Igualmente, la superioridad de esta estrategia es aún mayor cuando el problema se complica. Así, cuando BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) en una de las versiones de su tarea retiraban el tablero de tarjetas obligando a los sujetos a resolver el problema «mentalmente», la diferencia se agudizó, ya que los sujetos que usaban la estrategia de examen hacían muchas elecciones redundantes y, por término medio, necesitaban el doble de ensayos para descubrir el concepto de los que eran necesarios mediante la estrategia de enfoque.

Al analizar la eficacia de las distintas estrategias, BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) comprobaron que, en términos generales, los sujetos tendían a optimizar sus capacidades de memoria y atención en la comprobación de hipótesis. Pero además encontraron también algunos otros resultados de interés para la elaboración de una teoría del aprendizaje de conceptos mediante la comprobación de hipótesis. Así, comprobaron que los conceptos disyuntivos resultaban claramente más difíciles de «adquirir» que los conceptos conjuntivos, ya que no eran eficaces las estrategias que se han descrito anteriormente. Sin embargo, los sujetos seguían utilizando «tendencias conjuntivas» en la adquisición de conceptos disyuntivos. La razón por la que los conceptos disyuntivos resultan tan difíciles de descubrir es que, en este caso, la información negativa es más relevante que la positiva. Es decir, las hipótesis deben eliminarse en presencia de ejemplos negativos del concepto. Sin embargo, otro de los resultados generales encontrados por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) fue la preferencia que mostraban los sujetos por la información positiva en detrimento de la negativa. Esta preferencia ha sido confirmada en múltiples áreas y tareas de pensamiento (véase, por ej., CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984a; WASON y JOHNSON-LAIRD, 1972) y constituye uno de los rasgos más característicos del funcionamiento cognitivo humano. Por último, el análisis de las estrategias realizado por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) con esta tarea muestra que, al menos en el caso de conceptos artificiales, la estrategia más eficaz es partir de un modelo o ejemplo incial del concepto desde el cual ir modificando progresivamente los rasgos que definen al concepto.

Sin embargo, el interés de estas conclusiones puede verse oscurecido por la propia artificialidad de la tarea como situación de aprendizaje de conceptos. El propio BRUNER (1983, pág. 198 de la trad. cast.) ha reconocido recientemente que «*la forma en que nuestros sujetos resolvían nuestros problemas no naturales quedó en parte determinada por la misma no naturalidad de los problemas que habíamos decidido plantearles*». Para eliminar los efectos de esta posible crítica, BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) incorporaron a su trabajo otras dos tareas con mayor realismo. Una de ellas, tomada de un trabajo anterior de R. GOODNOW, era una situación de categorización a partir de indicios probables. A diferencia de la tarea anterior, en ésta los juicios de pertenencia a la categoría no pueden hacerse

con total certidumbre. La tarea consiste en identificar un avión que se aproxima como una avión «propio» o «enemigo» (Figura.4.9).

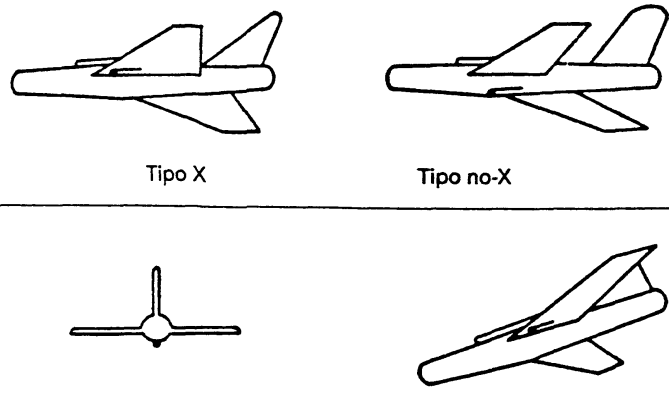


FIGURA 4.9. Ejemplos de estímulos utilizados en la tarea de identificación de un avión (Bruner, Goodnow y Austin, pág. 189 de la trad. cast.: J. Bruner: *El proceso mental en el aprendizaje.* Reproducido con permiso de Ediciones Narcea, S.A.).

Los aviones del enemigo difieren con certeza de los propios en uno de los tres rasgos posibles (ala, cola y colector de aire). En los otros dos rasgos las diferencias son sólo probables ya que algunos aviones propios y enemigos los comparten. En ninguno de los ejemplos disponibles para el sujeto pueden verse los tres rasgos a la vez, sino sólo uno o como máximo dos. A veces, entre los rasgos disponibles se halla el indicio discriminativo seguro, pero otras veces está ausente. En este caso, el sujeto ha de hacer un juicio basado únicamente en indicios probabilísticos.

La tarea se aplicaba por el método de recepción. Los resultados obtenidos por R. GOODNOW, resumidos por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956, cap. 7), muestran que los sujetos tendían a sobreestimar los indicios probables y a subestimar el indicio seguro. Además, y a diferencia de la tarea anterior, los sujetos tendían a concentrar sus hipótesis sobre un solo atributo cada vez, en lugar de trabajar con varios atributos al mismo tiempo. En cualquier caso, las estrategias anteriormente descritas para conceptos cerrados son poco útiles ante problemas de este otro tipo.

Esta diferencia entre la tarea cerrada de las tarjetas y otro tipo de tareas con mayor realismo fue investigada con más detalle por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) en una tarea en la que comparaban la adquisición de dos conceptos con estructura similar, uno abstracto y otro temático. Los estímulos temáticos consistían en figuras humanas como las que recoge la Figura 4.10. Cada estímulo contenía dos figuras, una adulta y otra infantil. La adulta tenía tres atributos bivalentes: podía ser hombre o mujer, estar vestida con ropa de calle o de noche y tener gesto amistoso o desaprobatorio. A su vez, la figura infantil también difería en sexo,

ropa y gesto. En el problema abstracto, había el mismo número de atributos y de valores, consistentes en la forma, el color y el margen de figuras geométricas. BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) establecieron dos grupos experimentales, a cada uno de los cuales se le administraba una versión de la tarea. El método utilizado en ambos casos era el método de selección.

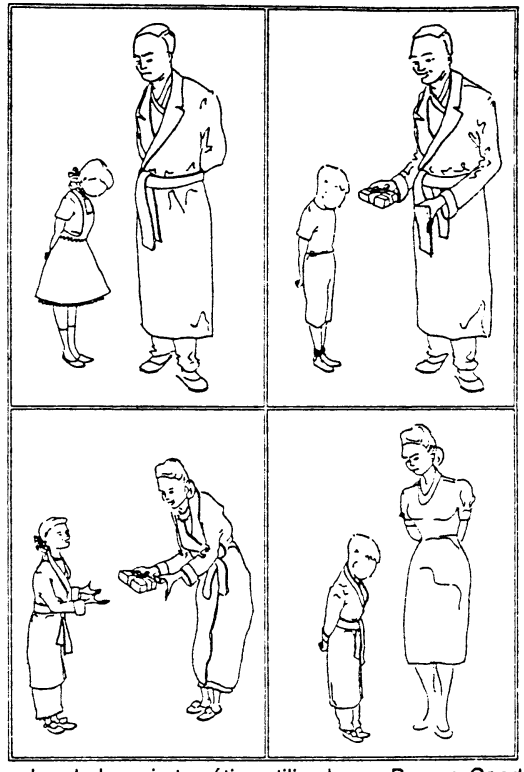


FIGURA 4.10. Cuatro estímulos de la serie temática utilizada por Bruner, Goodnow y Austin (1956) (pág. 110 de la trad. cast.: J. Bruner, *El proceso mental en el aprendizaje*. Reproducido con permiso de Ediciones Narcea, S.A.).

En la tarea abstracta los sujetos recurrieron a las estrategias habituales en el método de selección, descritas con anterioridad. Sin embargo, el proceso de comprobación de hipótesis en la tarea temática resultó más difícil de analizar. Como primer dato, la tarea abstracta requería un promedio de 6,1 ensayos para su resolución, mientras que la tarea temática requería 9,7 ensayos. ¿A qué se debe esta aparente mayor dificultad de la tarea temática? BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) observaron que, mientras en la tarea abstracta los sujetos eran indiferentes respecto a qué atributos eran relevantes, no sucedió lo mismo en la tarea temática. Los sujetos mostraban marcadas preferencias por ciertas hipótesis. Así, tendían a considerar como atributo relevante el sexo de la figura adulta. Pero, además de esas preferencias, establecían relaciones significativas entre los atributos. En otras palabras, los sujetos veían en cada estímulo no una lista de rasgos sino una «historia». Por ejemplo, ante la viñeta de la parte superior derecha de la Fi-

gura 4.10. comentaban «parece como si el padre se hubiera equivocado de regalo». De esta forma, las hipótesis no hacían referencia a rasgos o combinaciones de rasgos sino al «significado» de los estímulos. Como consecuencia, la estrategia usada para buscar el concepto correcto era totalmente distinta de la usada en la tarea abstracta. Aunque el concepto positivo del experimentador era una combinación de valores similar a la establecida en la tarea abstracta, los sujetos formulaban hipótesis del tipo «se trata de padres enfadados con sus hijos porque han hecho algo mal». A diferencia de una hipótesis basada en una simple asociación de rasgos, las hipótesis «temáticas», basadas en el contenido, resultan mucho más difíciles de falsar, por lo que los sujetos tardaban más en resolver la tarea. Como señala BRUNER (1983, pág. 200 de la trad. cast.) en la tarea temática los sujetos se aferran a sus hipótesis «*mientras puedan encontrar cualquier similitud en el* tema *entre ese ejemplo positivo y cualquier otro ejemplo positivo que encuentren. Es un relato muy distinto, una tarea muy distinta*». En otras palabras, los conceptos temáticos no son sólo una lista de atributos, de referentes, sino que poseen un significado, un sentido (FREGE, 1892) y, por tanto, su adquisición no puede reducirse únicamente a procedimientos formales. Mientras que los análisis que hacen BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) en las tareas abstractas resultan sumamente precisos y predictivos, no puede decirse lo mismo de la tarea temática. Aunque apuntan aspectos de indudable interés, distan mucho de quedar resueltos.

Lamentablemente, la influencia del trabajo de BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956) sobre las investigaciones realizadas con posterioridad desde la teoría de la comprobación de hipótesis ha quedado reducida al primer estudio comentado, mientras que las tareas más realistas no han tendio apenas ninguna continuación dentro de este enfoque, posiblemente debido al estrecho marco teórico y metodológico adoptado por los trabajos posteriores, ocupados en analizar el rendimiento de sujetos adultos en tareas de decisión binaria tomando como materiales figuras geométricas con atributos de color, forma o tamaño. A pesar de encerrarse en tan estrecho territorio, las investigaciones sobre comprobación de hipótesis se han enzarzado en una continua polémica sobre la influencia de diversas variables, tanto de la tarea como del sujeto, en la facilidad del aprendizaje (véase por ejemplo BOURNE, 1966; BOURNE, EKSTRAND y DOMINOWSKI, 1971; COHEN, 1977). Se han estudiado factores como la influencia de la información negativa, la dificultad o complejidad de las reglas lógicas en los conceptos relacionales, la naturaleza continua o discontinua de la solución de este tipo de tareas o la influencia de las diferencias individuales o evolutivas (por ej., GHOLSON, 1980). Sin embargo, lejos de proporcionar una coherencia teórica, tales polémicas han generado diversos modelos de comprobación de hipótesis no siempre compatibles (véase para una revisión GHOLSON, 1980; LEVINE, 1975) y, lo que es peor, con escasa relevancia fuera del estrecho marco de las tareas investigadas. Así, por ejemplo, se han generado numerosos modelos matemáticos para formalizar la actuación de los sujetos en esas tareas (por ej., BOURNE, EKSTRAND y DOMINOWSKI, 1971; COTTON, 1976, ESTES, 1976; KINTSCH, 1970). A pesar de que los modelos se han ido adecuando a los nuevos descubrimientos empíricos, convirtiéndose sucesivamente en modelos

markovianos o probabilísticos, la conclusión es que ni siquiera ha sido posible formalizar la actuación de los sujetos en el terreno cerrado de las tareas de decisión binaria, por lo que difícilmente tales modelos pueden extrapolarse a situaciones naturales, mucho más complejas. De hecho, como señala HILL (1971), la precisión de los modelos matemáticos en el aprendizaje es más ficticia que real, ya que definen variables para las cuales la teoría carece de criterios de evaluación independiente, por lo que finalmente los valores de esas variables acaban por deducirse de la conducta del sujeto, y no al revés. De esta forma los modelos se convierten finalmente en axiomas, hasta que surge un nuevo dato empírico que obliga a complicar aún un poco más el modelo.

En definitiva, las teorías de la comprobación de hipótesis, como tantas otras teorías psicológicas, terminaron por encerrarse con un solo juguete, atrapadas en su propio procedimiento experimental y ocupadas en cuestiones de detalle cuya relevancia era en muchos casos discutible. En cierto modo, este fracaso es consecuencia de su propio punto de partida, de su concepción de la naturaleza de los conceptos y del proceso mediante el que se forman. Por lo demás, los límites de estas teorías no son exclusivamente suyos. Son compartidos por toda una tradición en el estudio de la formación de conceptos, basada en el uso de conceptos artificiales en tareas simples de laboratorio, diseñadas con rigor experimental, pero carentes de verdadero significado.

Limitaciones de los estudios sobre formación de conceptos artificiales

Como hemos observado en páginas anteriores, la teoría más aceptada desde este enfoque como explicación de la formación de conceptos afirma que éstos se adquieren por un proceso de comprobación de hipótesis. Según esta teoría, los sujetos, animales o humanos, elaboran una hipótesis con respecto a los atributos relevantes del concepto y la van comprobando en sucesivos ejemplares, hasta que la aparición de un contraejemplo positivo o negativo obliga a elaborar una hipótesis nueva, modificando la "lista de atributos" del concepto. Así, si la primera vez que asistimos a un acto cultural «posmoderno» se trata de una obra de teatro confusa, llena de personajes extraños y vestidos con esmero, carente de argumento y endiabladamente aburrida, nuestro concepto de «posmodernidad» quedará definido por cada uno de estos atributos. Si posteriormente, hojeando una revista igualmente posmoderna, la encontramos confusa, llena de personajes extraños y vestidos con esmero, carente de argumento pero extrañamente divertida, el atributo «aburrido» dejará de formar parte de nuestro concepto de la «posmodernidad», que quedará definida por los rasgos comunes a los ejemplares posmodernos que nos vayamos encontrando.

Sin embargo, la idea de que adquirimos conceptos mediante un proceso de comprobación de hipótesis resulta poco verosímil. Tal teoría se basa en el supuesto de que el sujeto, y más específicamente el ser humano, extrae su conocimiento de la realidad mediante la aplicación de reglas lógicas. El modelo subya-

cente es un modelo de racionalidad lógica, ya que, de no guiarnos por esa racionalidad lógica, nuestros conceptos se desviarían de los atributos que «realmente» tienen los conceptos. Sin embargo, la idea de que el ser humano se guía por criterios de racionalidad lógica se halla seriamente desacreditada en la psicología del pensamiento (por ej., CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984a; KAHNEMAN, SLOVIC y TVERSKY, 1982; NISBETT y ROSS, 1980). Hay una abundante literatura que muestra que el razonamiento de los sujetos se halla influido por otras muchas variables además de la forma lógica de la tarea. Esto no demuestra que el enfoque que estamos comentando sea incorrecto, sino más bien que es insuficiente. Si quiere reducirse la adquisición de conceptos a un proceso de comprobación de hipótesis, será necesario postular mecanismos mucho más complejos que la simple búsqueda de rasgos comunes para dar cuanta de la conducta real de los sujetos.

Una de las tendencias más comunes en el razonamiento, que ya fue observada por BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956), es el poco uso que los sujetos hacen de la información negativa en la solución de problemas lógicos y, en un sentido más general, su dificultad para buscar casos falsadores y modificar sus ideas. En un estudio clásico, WASON (1960) proponía a sujetos universitarios adultos que descubriesen un concepto numérico, consistente en la relación que existe entre tres números. WASON, informaba a sus sujetos que «2,4,6» era un ejemplo positivo del concepto que ellos tenían que descubrir utilizando el método clásico de selección. El concepto que WASON tenía en mente era «tres números de magnitud creciente». La tarea resultaba muy difícil incluso para sujetos instruidos en lógica (WASON y JOHNSON-LAIRD, 1972). La razón de esta dificultad reside sobre todo en que el concepto que hay que descubrir es muy general. Los sujetos tienden a formular hipótesis más específicas, como, por ejemplo, «tres números pares que crecen de dos en dos». Sin embargo, aun partiendo de esa hipótesis, los sujetos lograrían descubrir el concepto general si su proceso de comprobación fuera falsador, es decir, si buscara activamente contraejemplos. En realidad, lo que hacen los sujetos es intentar confirmar su hipótesis. Así, un sujeto que formule la hipótesis específica que acabamos de mencionar, probablemente someterá a prueba ejemplos como «6,8,10», «14,16,18» y, al ser aceptados como casos positivos, afirmará haber descubierto el concepto. El problema es que un concepto general sólo puede alcanzarse en una tarea así mediante una estrategia falsadora que vaya eliminando otras hipótesis más específicas. De hecho, cuanto más general sea el concepto (por ej., «tres números diferentes») más difícil resulta la tarea (GORMAN, STAFFORD y GORMAN, 1987).

La presencia de estas tendencias en el razonamiento humano hace muy difícil reducir la comprobación de hipótesis a leyes lógico-formales. El pensamiento hipotético-deductivo abunda en sesgos y tendencias «no racionales», como muestran las perspectivas actuales en el estudio del pensamiento formal piagetiano no sólo en adolescentes (CARRETERO, 1985a) sino también en adultos (GARCÍA MADRUGA y CARRETERO, 1985). Es difícil resumir la complejidad de esos estudios. Pero en términos generales vienen a mostrar que el pensamiento hipotético-deductivo se usa de modo limitado y muchas veces incorrecto, no sólo en tareas lógi-

cas (por ej., WASON, 1983; WASON y JOHNSON-LAIRD, 1972) sino también en tareas temáticas, ya sea con contenido histórico (POZO y CARRETERO, 1983), físico (CARRETERO, 1984, psicológico (SNYDER, 1981; MURPHY y WRIGHT, 1984).

Aunque en cada caso se plantean problemas diversos, todos ellos tienen un nexo común: la insuficiencia de la lógica como modelo del pensamiento humano. Los sujetos no razonan de modo lógico, sino guiados por significados cuya meta es explicativa. Así, por ejemplo, en una reciente investigación (POZO, 1988a) hemos podido comprobar, mediante una tarea de estructura similar a los experimentos de conceptos artificiales, que el razonamiento de los sujetos es más fácilmente interpretable en términos causales que en términos lógicos. Enfrentados a la «ladiplaxia lubular», una supuesta enfermedad, sujetos adolescentes y adultos debían determinar cuáles de los cinco factores presentes en la tarea influían en su curación. Para ello, en una primera fase basada en el método de recepción, disponían de cuatro enfermos tratados con una combinación de esos factores, dos de ellos curados y los otros dos no. En una segunda fase, utilizando el método de selección, los sujetos podían generar cuantas combinaciones de factores quisieran y comprobar su efecto curativo. Los resultados mostraban que muy pocos sujetos descubrían «el concepto curativo», basado en una regla disyuntiva, pero la mayoría lograban una fórmula más simple realmente curativa. La solución alcanzada por esos sujetos era lógicamente incorrecta, pero eficaz de modo pragmático. Puede decirse que su razonamiento no estaba guiado tanto por leyes lógicas como por la necesidad pragmática de encontrar una explicación causal a los rasgos observados.

La necesidad de incorporar el significado, sea como semántica o como pragmática, a la teoría del aprendizaje de conceptos no debe resultar sorprendente, ya que se halla en la misma raíz de lo que es un concepto. Sin embargo, ni la teoría de la comprobación de hipótesis ni el resto de las teorías que hemos analizado se enfrentan a este problema. De hecho, puede decirse que, con escasas excepciones, los trabajos que hemos analizado no estudian la adquisición o formación de conceptos, es decir de significados nuevos, sino que son únicamente tareas de «identificación de conceptos» como reconocen BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956). Lo que se le pide al sujeto es clasificar objetos en categorías conocidas, no formar categorías. El concepto de «triángulo rojo» ya está en la mente del sujeto antes de comenzar la tarea, todo lo que tiene que hacer es identificar en qué concepto, dentro de un universo finito, está pensando el experimentador. Como muy bien señalaba FODOR (1975, 1979), lo único que se puede hacer mediante un proceso de comprobación de hipótesis es «fijar» o seleccionar creencias dentro de un campo previamente definido. En otras palabras, ni la teoría de la comprobación de hipótesis ni ninguna de sus predecesoras puede explicar cómo se adquieren de hecho los conceptos, los significados nuevos.

La razón de esta insuficiencia nos remite nuevamente a las limitaciones del asociacionismo como teoría del aprendizaje, que fueron discutidas en la Primera Parte de este libro. Las ideas asociacionistas dan lugar a una teoría de la adquisición de conceptos basada en la abstracción de atributos comunes a una categoría (véase BOLTON, 1977). Como hemos señalado, los estudios hasta ahora anali-

zados constituyen ejemplos de identificación de conceptos, no de formación, con algunas excepciones como el trabajo pionero de HULL (1920). En otras palabras, esos estudios se centran en analizar los «procedimientos de identificación» de los conceptos, no su núcleo, o, en términos de FREGE (1892), su referencia pero no su sentido. Como indicábamos en páginas anteriores, la referencia puede definirse como una lista de atributos, pero el sentido remite a las relaciones con otros conceptos. Las teorías asociacionistas intentan reducir el sentido o significado de un concepto a una mera abstracción de atributos comunes, a su definición «desde abajo». Sin embargo, la introducción de materiales realistas, significativos, altera la propia naturaleza de la tarea conceptual, como comprobaron BRUNER, GOODNOW y AUSTIN (1956). La «posmodernidad» no puede definirse sólo mediante una lista de rasgos sino que ha de definirse también «desde arriba». Por más obras de teatro, películas y revistas que veamos no «abstraeremos» los atributos de la posmodernidad. Esta sólo podrá definirse, si es que puede, en un contexto histórico y cultural, es decir, desde un sistema de conceptos o «teoría».

Esas teorías o sistemas conceptuales se hallan completamente ausentes de las teorías que hemos revisado. Al creer que los conceptos se extraen de las regularidades del mundo, han usado conceptos muy simples, en muchos casos perceptivos. Pero, incluso al tratar de este tipo de conceptos, lo han hecho de forma no demasiado satisfactoria. Estas teorías han asumido una definición lógica de los conceptos, según la cual éstos están constituidos por una lista de atributos necesarios y suficientes. Además, al utilizar conceptos artificiales, los atributos constitutivos estaban unidos, según la tradición del asociacionismo clásico, por relaciones meramente arbitrarias. Ninguno de estos dos rasgos resulta apropiado para definir la mayor parte de los conceptos. Así, con respecto a la arbitrariedad de las relaciones entre atributos, en estos trabajos parece aceptarse una visión según la cual «*el mundo estuviese formado por un conjunto de estímulos en el que todos los posibles atributos de los estímulos ocurriesen con igual probabilidad combinados con todos los demás atributos posibles*» (ROSCH, 1977, pág. 212). En otras palabras, los estudios con conceptos artificiales asumen el principio asociacionista de equivalencia entre los estímulos o atributos de los estímulos. Sin embargo, en el mundo no todas las covariaciones entre atributos son igualmente probables. Así, los animales que vuelan suelen tener alas y no escamas. Ciertas combinaciones de atributos no dejan de ser ensoñaciones fantásticas de los novelistas o poetas, como las vacas muertas que bailan sardanas en *La ciudad de los prodigios* de Eduardo MENDOZA.

Junto a la relación arbitraria, exclusivamente sintáctica, entre sus atributos, los conceptos artificiales están basados en una visión clásica de los conceptos como clases lógicas. Según esta concepción, todos los miembros de una categoría tienen unos atributos comunes que definen a la categoría sin ninguna ambigüedad. El mundo se divide entre las instancias que tienen esos atributos y pertenecen a la categoría y las que no los tienen y no pertenecen a ella. Sin embargo, es muy fácil encontrar ejemplos de conceptos cuyos rasgos comunes son difíciles de especificar. Uno de los más célebres ejemplos se debe a WITTGENSTEIN (1953). ¿Qué tienen en común todas las actividades que consideramos juegos?

¿Cuáles son los atributos comunes a la petanca, el mus, ajedrez, la *loto* y «la rayuela»? Los ejemplos de conceptos que no se atienen a la lógica de clases son innumerables y no hay que hacer ningún esfuerzo especial para encontrar unos cuantos. Como consecuencia de éste y otros muchos problemas (véase MEDIN, y SMITH, 1984; MERVIS y ROSCH, 1981; SMITH y MEDIN, 1981), la concepción clásica se halla muy desacreditada en la psicología. Ello, unido al problema de la arbitrariedad de los atributos y al rígido procedimiento experimental con el que se realizaban esos trabajos, ha conducido a un abandono casi total de los estudios basados en la formación de conceptos artificiales. Recientemente, BRUNER (1983) reflejaba la convicción de que las conclusiones de estudios sólo eran apropiadas para el estrecho mundo en el que se obligaba a trabajar a los sujetos. Tal vez por ello fueron reemplazados por otro tipo de estudios que insistían en la naturaleza ecológica del proceso de categorización (NEISSER, 1987a). Sin embargo, el nuevo enfoque no surge como respuesta a la insuficiencia de las teorías de la adquisición de conceptos que venimos revisando. Su ruptura está vinculada más a la propia naturaleza de los conceptos y a la forma en que éstos se representan en la mente. Es sensato, por tanto, preguntarse por las aportaciones de este nuevo enfoque, basado en el estudio de los conceptos naturales, para la elaboración de una teoría del aprendizaje, y más específicamente, de la formación de conceptos.

CAPITULO V

Formación de conceptos naturales

> En aquellas páginas estaba escrito que los animales se dividen en (a) aquellos que pertencen ai emperador, (b) embalsamados, (c) aquellos que han sido domesticados, (d) lechones, (e) sirenas, (f) fabulosos, (g) perros vagabundos, (h) aquellos que están incluidos en esta clasificación, (i) aquellos que tiemblan como locos, (j) innumerables, (k) aquellos pintados con un pincel muy fino de pelo de camello, (l) otros, (m) aquellos que acaban de romper el jarrón, (n) aquellos que parecen moscas desde lejos.
>
> Jorge Luis Borges. *Otras inquisiciones*

> «¡Bueno! Muchas veces he visto a un gato sin sonrisa», pensó Alicia, «¡pero una sonrisa sin gato!... ¡Esto es lo más raro que he visto en mi vida!»
>
> Lewis Carroll. *Alicia en el país de las maravillas*

La familia de las teorías probabilísticas de los conceptos

La idea de que los conceptos no tienen una estructura determinística asimilable a una lógica de clases no es nueva en psicología. Ha estado presente cuando menos desde los trabajos de ZADEH (1965) sobre la estructura de los conjuntos difusos y, fundamentalmente, desde los estudios de POSNER (1969; POSNER y KEELE, 1968) sobre categorización perceptiva a partir de prototipos. En esos estudios se comprobó que, cuando se presentaban a los sujetos estímulos como los de la Figura 5.1, consistentes en distorsiones de una figura original o prototipo, los sujetos los clasificaban dentro de una misma categoría, aunque nunca hubiesen visto el prototipo. Además, sin haber llegado a verlo, en tareas de reconocimiento identificaban errónea pero significativamente el prototipo como uno de los estímulos presentados con anterioridad (POSNER, 1969). Esto parecía mostrar la existencia de un mecanismo automático de categorización de estímulos basado en prototipos, en lugar de en clases lógicamente definidas.

Pero la aportación más influyente en defensa de ia concepción probabilística fue, sin duda, la ya citada posición de WITTGENSTEIN (1953) sobre la estructura de los conceptos. Tras rechazar la concepción clásica de que todos los ejemplares de un concepto tienen una serie de atributos comunes, WITTGENSTEIN (1953) pro-

ponía que lo que une a esos ejemplares dentro de un mismo concepto es un cierto *parecido familiar,* basado en una semejanza no transitiva entre los miembros de la categoría. Esta idea será retomada por ROSCH, (1973a, 1978) en sus estudios sobre formación de conceptos naturales, que serán el punto de partida de un nuevo enfoque en el aprendizaje de conceptos. A partir de la «revolución roschiana» (NEISSER, 1987a) en esta área, apoyada en una serie de experimentos que arrojaban datos incompatibles con la posición clásica, se han ido desarrollando diversos modelos de formación de conceptos que asumen la concepción probabilística, según la cual la posesión de los atributos del concepto por parte de un ejemplar y su pertenencia a la categoría no son una cuestión de todo o nada, sino de grados o probabilidades.

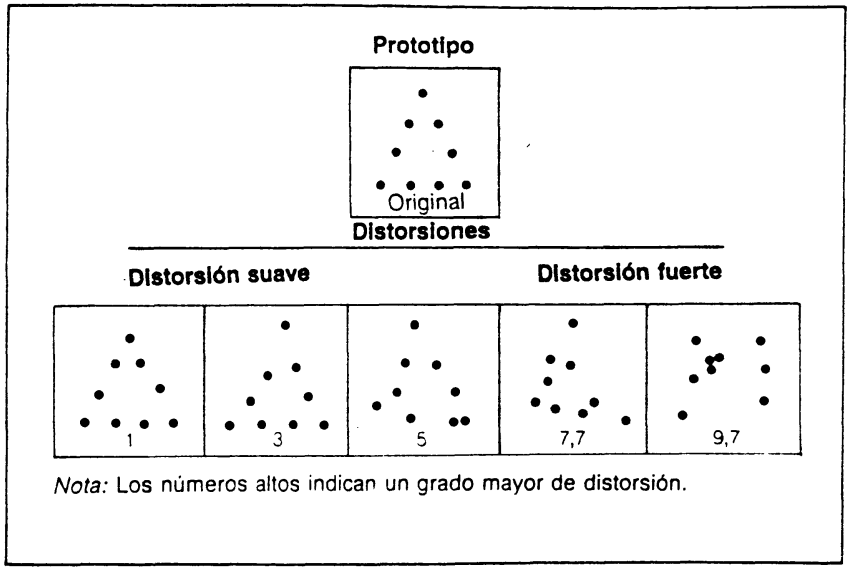


FIGURA 5.1. Patrón prototipo de puntos y varios grados de distorsión en los estímulos utilizados por Posner y Keele (1968).

La Figura 5.2 es un ejemplo de concepto con estructura probabilística, en el que los ejemplares comparten un «parecido familiar». Se trata de los «hermanos Smith», según los retratan GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN, (1983). Como puede verse, todos los hermanos tienen algún rasgo común si se les compara dos a dos, pero no hay ningún rasgo común a todos ellos. Pero aunque todos son hermanos, algunos tienen más rasgos «Smith» que otros. Puede decirse que hay buenos y malos ejemplares de hermanos Smith. Los malos ejemplares tienen un menor parecido familiar, hasta el punto de que en algún caso un observador despistado puede considerarles miembros de otra familia vecina, los Adams. En cambio, los buenos ejemplares (como por ej., el hermano del centro) constituyen el «prototipo» de la famila Smith o se encuentran más cerca de él. Para parecer un Smith no es necesario ni suficiente tener gafas, mostacho, grandes orejas o pelo

blanco. Ninguno de estos rasgos es necesario. El parecido familiar se logra mediante una conjunción probabilística de algunos de esos rasgos.

Según la concepción probabilística, la mayoría de los conceptos son como los hermanos Smith: carecen de atributos comunes suficientes, no todos sus ejemplares son igualmente representativos de la categoría y las fronteras del concepto son borrosas, pudiendo atribuirse una misma instancia a más de una categoría, en función del contexto (por ej., a los Adams o a los Smith).

FIGURA 5.2. Los hermanos Smith según Armstrong, Gleitman y Gleitman (1983).

Pero, aunque todos los modelos de formación de conceptos naturales elaborados desde esta concepción comparten estas creencias con respecto a los conceptos, el «parecido familiar» entre esos modelos casi termina ahí. Al igual que los conceptos que estudian, la familia de las teorías probabilísticas se parece mucho a los hermanos Smith. Las distintas teorías elaboradas desde este enfoque tienen rasgos comunes pero también muchas diferencias. Dado que no es posible, ni conveniente a nuestros propósitos, exponerlas todas, nos centraremos en el prototipo de estas teorías, la teoría del prototipo de ROSCH, para, a partir de ella, subrayar algunas de las alternativas teóricas que se plantean dentro de este enfoque. En cualquier caso, nuestro análisis, como los precedentes, está dirigido a descubrir la teoría del aprendizaje implícita en estos modelos, por lo que muchas de las polémicas y desavenencias que ocupan en la actualidad a esta familia quedarán al margen de nuestra exposición o serán tratadas sólo tangencialmente. Esas disputas familiares se producen entre otros en COHEN y MURPHY (1984), DEMOPOULOS y MARRAS, (1986), MEDIN y SMITH (1984); NEISSER (1987a), ROSCH y LLOYD (1978), SCHOLNICK (1983) o SMITH y MEDIN (1981).

La teoría del prototipo de Rosch

ROSCH (1977) considera que, a diferencia de lo que sucedía con los conceptos artificiales analizados en las páginas anteriores, el mundo percibido no contiene atributos o rasgos independientes entre sí, sino que está estructurado según

tres principios. En primer lugar, en el mundo real los atributos no ocurren por separado, independientemente unos de otros. De modo parecido a GIBSON (1966), ROSCH cree que el mundo posee en sí mismo una *estructura correlacional* que es la base de las categorías naturales. No necesitamos imponer nuestras categorías sobre la realidad, nos basta con limitarnos a detectar los «racimos de rasgos» que hay en ella. Esta estructuración no sólo alcanza a las relaciones entre rasgos, sino también, en segundo lugar, a la existencia de niveles de abstracción o de inclusión jerárquica igualmente estructurados. En concreto ROSCH (1977, 1978) cree en la existencia de un *nivel básico* de abstracción, en el que la economía cognitiva en la categorización sería óptima. En ese nivel, que tendría un nivel jerárquico intermedio y estaría compuesto por los objetos del mundo perceptivo, habría un aprovechamiento máximo de esa estructura correlacional y el mayor nivel de «similaridad objetiva», o parecido familiar, entre los ejemplares del concepto. Por último, ROSCH (1977) piensa que, aunque la estructura correlacional del mundo no es perfecta, siendo de hecho un continuo estimular, la estructura de las categorías se ve completada mediante su representación en forma de *prototipos*, que además de preservar esa estructura correlacional, permiten fragmentar el continuo estimular en unidades discretas.

Según estos tres principios los conceptos poseen una doble estructura. En primer lugar, tienen una estructura *vertical*, según la cual todo concepto está incluido en una jerarquía de niveles de abstracción, que comprende tres niveles: supraordinado (por ej., mueble), básico (silla) y subordinado (silla plegable). Pero, además, los conceptos tienen una estructura *horizontal*, por la que, dentro de un mismo nivel jerárquico habría ejemplos más o menos prototípicos. La existencia de una estructura horizontal rompe con el criterio de homogeneidad dentro de una clase de la concepción clásica. También, la idea de que los sujetos utilizan preferentemente el nivel de inclusión básico se aleja de los supuestos de la concepción clásica.

Pero ROSCH no se limitó a proponer un enfoque alternativo sino que, ante todo, proporcionó un conjunto de datos empíricos que apoyaban fuertemente la existencia de ambos tipos de estructuración en contra de la concepción clásica. Analizaremos brevemente algunos de sus estudios más relevantes, al tiempo que profundizamos en los conceptos, tanto en dirección horizontal como vertical (véase MERVIS y ROSCH, 1981; ROSCH, 1978, para una revisión más detallada; también DE VEGA, 1984).

En cuanto a la dimensión horizontal ROSCH (1977, 1978) postula la existencia de efectos de *tipicidad,* por los que, como sucedía con los hermanos Smith, no todos los ejemplos de la categoría serían igualmente representativos de ella. Así, las categorías no son homogéneas, sino que tienen un centro, ocupado por los ejemplos típicos o prototipos, y una periferia en la que estarían los ejemplos menos representativos. Por ejemplo, normalmente la gente creerá que una silla es mejor ejemplo del concepto «mueble» que un cuadro o una alfombra. Asimismo, si alguien nos pide que pensemos en un profesional liberal, es probable que lo hagamos en un médico o un abogado, pero no en un dibujante de «comics». Los prototipos, según ROSCH, serían como las medidas de tendencia central de la ca-

tegoría, en ellos se reflejaría al máximo la estructura correlacional de la categoría. Serían los ejemplos que comparten un mayor número de atributos con otros miembros de la categoría, los que tienen un mayor «parecido familiar» con el resto de ejemplos del concepto. En cuanto a su formación, según ROSCH (1978, pág. 37), «*una hipótesis razonable es que los prototipos se desarrollan a través de los mismos principios que gobiernan la formación de las propias categorías: la maximización de la validez de claves y del parecido categorial*». Más adelante, al analizar las teorías del aprendizaje propuestas desde este enfoque, nos referiremos nuevamente a estos principios. Por ahora, señalemos que la validez de claves es un concepto probabilístico propuesto por ROSCH (1978) a partir de BEACH (1964) y REED (1972) para explicar la adquisición de conceptos, según el cual «*la validez de una clave dada* x *como predictora de una categoría* y *(la probabilidad condicionada* x/y*) se incrementa a medida que aumenta la frecuencia con la que la clave* x *se asocia a la clase* y *y disminuye a medida que aumenta la frecuencia con la que la clave* x *se asocia a otras categorías distintas de* y» (ROSCH, 1978, pág. 30). La validez de claves de toda la categoría vendrá dada por la suma de la validez de todos sus atributos. Por su parte, el concepto de parecido categorial se debe a TVERSKY (1977), quien a partir de su heurístico de representatividad (TVERSKY y KAHNEMAN, 1974) desarrolla la idea de que una categoría se forma a partir de la suma ponderada de las medidas de todos los atributos comunes de la categoría menos el producto de la suma de todos los atributos no comunes. Como vemos, ambos conceptos se basan en un cómputo de las frecuencias de atributos. El prototipo, según la formulación de ROSCH (1978), sería, por tanto, el ejemplar, real o ideal, con los atributos más frecuentes.

ROSCH y su grupo realizaron diversas investigaciones que muestran la existencia de efectos de tipicidad en los conceptos, tal como sostiene su teoría. Esos experimentos, como la mayor parte de los realizados por ROSCH, recurren a la categorización de los colores o a conceptos relativos a objetos cotidianos, como muebles o vehículos, y a categorías biológicas, como plantas o animales. En uno de sus estudios ROSCH (1973a) pedía simplemente a sus sujetos que puntuasen de 1 a 7 el grado en el que consideraban que determinados objetos o actividades eran un buen o un mal ejemplo de una categoría. La Tabla 5.1. recoge algunos de sus resultados. Puede observarse que no todos los miembros de la categoría eran puntuados por igual. Así, la manzana es un excelente ejemplo de fruto, mientras que la aceituna es una pésimo ejemplo. El fútbol es el prototipo del deporte, mientras que la halterofilia se halla en la periferia del concepto. Además, las puntuaciones de tipicidad eran muy similares de unos sujetos a otros, ya que mantenían una correlación próxima a 0,9.

Resultados convergentes fueron obtenidos en otras investigaciones en las que se pedía a los sujetos que recordaran ejemplos de categorías. Los buenos ejemplos se recordaban antes y con más probabilidad que los malos (ROSCH y cols., 1976).

Otra de las investigaciones realizadas por ROSCH (1973b) en relación con el efecto de tipicidad era medir el tiempo de reacción de los sujetos para responder a preguntas como «¿es una alfombra un mueble?». Comprobó que los sujetos

tardaban más en responder a los malos ejemplos, como el anterior, que a los prototipos. La mayor rapidez de respuesta era más acusada en los niños que en los adultos, lo que mostraría que los niños utilizan los prototipos para desarrollar los conceptos, un dato corroborado en otros estudios a los que aludiremos de inmediato. En otra investigación realizada con el mismo procedimiento experimental de tiempo de respuesta, ROSCH (1975) comprobó que se tarda menos tiempo en decidir si dos instancias son miembros de una misma categoría cuando las dos son buenos ejemplos (por ej., para el concepto «pájaro», «gorrión-jilguero») que cuando son malos («avestruz-pingüino») o regulares («águila-búho»).

TABLA 5.1. *Puntuaciones medias de una serie de estímulos como buenos o malos ejemplos de categorías cotidianas según Rosch (1973a). La escala de puntuación iba de 1 (excelente ejemplo de la categoría) a 7 (pésimo ejemplo).*

FRUTAS		**VEGETALES**	
Manzana	1.3	Zanahoria	1.1
Fresa	2.3	Espárrago	1.3
Ciruela	2.3	Apio	1.7
Piña	2.3	Cebolla	2.7
Higo	4.7	Perejil	3.8
Aceituna	6.2	Pepinillos	4.4
DEPORTES		**VEHICULOS**	
Fútbol	1.2	Coche	1.0
Hockey	1.8	Patinete	2.5
Gimnasia	2.6	Barco	2.7
Lucha libre	3.0	Triciclo	3.5
Tiro con arco	3.9	Esquíes	5.7
Halterofilia	4.7	Caballo	5.9

Las diferencias evolutivas que acabamos de encontrar con respecto a la tipicidad fueron confirmadas y precisadas en otras investigaciones. ROSCH y cols. (1976) comprobaron que los buenos ejemplos de una categoría –en este caso artificial– se aprenden en menor número de ensayos que los malos ejemplos. En la misma línea, ANGLIN (1976) observó que los niños pequeños aprenden antes los buenos ejemplos de las categorías que los malos.

Otro estudio de interés viene a apoyar los modelos de frecuencia de rasgos postulados por ROSCH para el aprendizaje de los prototipos. ROSCH y MERVIS (1975) pidieron a unos sujetos que hicieran una lista con todos los atributos que pudieran recordar para una serie de ejemplos pertenecientes a seis categorías. Algunos de esos ejemplos eran prototípicos y otros no. Como puede verse en la Tabla 5.2., los sujetos describían mayor número de atributos en los buenos ejemplos que en los malos. Además, cuando ROSCH y MERVIS (1975) calcularon el parecido familiar de cada ejemplo mediante el cómputo de la validez de claves, comprobaron que era mayor en el caso de los ejemplos prototípicos.

Existen otras muchas investigaciones en apoyo del efecto de tipicidad realiza-

das tanto por el grupo de ROSCH como por otros autores. En general, todos estos trabajos empíricos vienen a mostrar la insuficiencia de la concepción clásica y la necesidad de considerar la estructura horizontal de los conceptos como una parte de su proceso de aprendizaje. Estas conclusiones se ven reforzadas por otro grupo de estudios empíricos de ROSCH, cuyo objetivo es mostrar la preeminencia del nivel básico sobre los otros niveles que componen la estructura vertical de los conceptos.

TABLA 5.2. *Número medio de atributos que tienen en común los cinco miembros más típicos y los cinco menos típicos de algunas categorías comunes, según los sujetos de Rosch y Mervis (1975).*

Categorías	Miembros más típicos	Miembros menos típicos
Mueble	13	2
Vehículo	36	2
Fruta	16	0
Arma	9	0
Vegetal	3	0
Prenda de vestir	21	0

ROSCH (1978) considera que los conceptos no sólo están organizados internamente sino también entre sí. Los conceptos constituyen categorías organizadas por jerarquías en forma de taxonomías, de tal manera que las categorías situadas en los niveles inferiores se hallan incluidas en las categorías de nivel superior. ROSCH distingue tres niveles jerárquicos: el nivel *supradordinado* en el que habría conceptos muy abstractos e inclusivos (por ej., «mamífero»). Los conceptos del nivel *básico* (por ej., «gato») tendrían un grado de abstracción intermedio. Por último, en el nivel *subordinado* se hallarían los conceptos más específicos (por ej., «gato siamés»). Según ROSCH (1978) la economía cognitiva que rige el sistema de procesamiento humano determina que sean los conceptos de nivel básico los que tengan mayor utilidad al categorizar el mundo. En efecto, según ROSCH los conceptos de nivel básico se corresponden con objetos del mundo real, por lo que en ellos la validez de claves y el parecido familiar alcanzan su máxima intensidad. En otras palabras, los conceptos básicos poseen un nivel óptimo de generalidad y de discriminación, por lo que tienen un contenido informativo máximo. Las categorías supraordinadas, como «mamífero», tienen pocos atributos, por lo que discriminan muy poco. Su validez de claves puede ser incluso negativa, ya que sus miembros tienen muy pocos atributos comunes y muchos diferenciales. En cambio, las categorías subordinadas, como «gato siamés», tienen muchos atributos, pero la mayor parte de ellos están compartidos por otras categorías subordinadas, como «gato tonquinés», por lo que no son muy discriminativos. Por ello también su validez de claves será menor que la de las categorías básicas, ya que tienen muchos rasgos compartidos con otras categorías.

La mayor relevancia psicológica del nivel conceptual básico ha sido corroborada por ROSCH en una serie de investigaciones. En una de esas investigaciones,

ROSCH y cols. (1976) pidieron a sus sujetos que citaran todos los atributos que recordasen de una lista de conceptos, que incluía ejemplos de los tres niveles jerárquicos. Según sus predicciones, los autores comprobaron que en el nivel supraordinado (por ej., «mueble», «vehículo») los sujetos listaban muy pocos atributos. El número de atributos en las dos categorías inferiores era muy similar, por lo que el nivel básico resultaba más informativo. Sin embargo, no todos los datos se ajustaban a las predicciones de ROSCH y cols. (1976). En las categorías biológicas el nivel esperado como supraordinado (por ej., «árbol») resultó ser básico. Esta discrepancia se explica según ROSCH (1977) por la «ignorancia» de los sujetos urbanos con respecto a la botánica y la zoología, por lo que desconocían la estructura correlacional existente en esos dominios.

Otro dato que apoya la preeminencia del nivel básico es que sus miembros no sólo comparten comparativamente un mayor número de atributos sino que también es mayor el número de acciones y movimientos que se ejecutan con ellos. ROSCH y cols. (1976) pidieron a sus sujetos que describiesen secuencias de acciones o movimientos que acostumbraran a realizar en su interacción con ejemplos de los tres tipos de categorías. Nuevamente los conceptos supraordinados tienen muy pocos programas motores comunes en comparación con los dos niveles inferiores, entre los que tampoco en este caso hay diferencias. Hay pocos programas motores comunes a todos los muebles y no hay significativamente más acciones que puedan ejecutarse con una silla de cocina que con una silla.

Otro supuesto con respecto al nivel básico que ROSCH y cols. (1976) lograron confirmar es la mayor «similitud objetiva intracategorial» en el nivel básico. Para ello tomaron dibujos bidimensionales de objetos situados en los tres niveles jerárquicos y comprobaron el grado de solapamiento o «similitud objetiva» de sus formas. Una vez más los miembros de las categorías supraordinadas (por ej., «ropa») guardan escasa semejanza y en los otros dos niveles la semejanza es mucho mayor, pero sin que haya diferencias apreciables entre el nivel básico («pantalón») y el nivel subordinado («pantalón vaquero»). Estos datos con respecto a la similitud intracategorial se vieron corroborados por un último estudio en el que se comprobó que las formas promedio de ejemplos del nivel básico eran más fáciles de identificar que las formas promedio del nivel supraordinado. Por ejemplo, es más fácil de reconocer la silueta promedio de dos coches que la de dos vehículos (un coche y un avión). Una vez más, no había diferencias apreciables entre el nivel básico y el subordinado.

Al igual que sucedía con los efectos de tipicidad horizontal, la mayor revelancia del nivel básico se refleja también en la facilidad de su aprendizaje. Se ha comprobado que los conceptos de nivel básico surgen antes en la ontogénesis que los de los otros niveles jerárquicos (ROSCH y cols., 1976). Según ROSCH (1977, pág. 220) la formación de conceptos se inicia en las categorías básicas: «*Los objetos de nivel básico serían los primeros en aprenderse por medio de la percepción visual y la interacción sensoriamotriz con el objeto y de esta forma serían las primeras divisiones del mundo*». Si unimos esta afirmación a la anteriormente realizada con respecto a la prioridad evolutiva de los prototipos y su mayor facilidad de aprendizaje, nos encontramos con que la teoría de ROSCH su-

pone que el aprendizaje de conceptos se inicia por la adquisición de prototipos de nivel básico. La preeminencia de los prototipos y del nivel básico se justifica en un mismo principio: en ambos casos se refleja al máximo la estructura correlacional del mundo, se concentra al máximo la validez de claves y el parecido familiar. En palabras de ROSCH (1978), los prototipos de nivel básico serían los que «mejor reflejan la estructura redundante» de las categorías.

Esta idea, que como hemos comprobado se apoya en una fuerte base empírica, no está sin embargo exenta de problemas. Uno de estos problemas es la propia ambigüedad del concepto de «prototipo» en la teoría de ROSCH (SMITH y MEDIN, 1981). Haciendo honor a su propia concepción de las categorías, el concepto de «prototipo» está muy mal definido en la teoría de ROSCH. Así, en algunos momentos (por ej., ROSCH, 1977) parece que por prototipo se entiende una representación promedio de la categoría. En otros, sin embargo, parece hacerse referencia a la existencia de un ejemplar de la categoría especialmente relevante (ROSCH, 1978). La propia ROSCH (1978, pág. 36) reconoce esta ambigüedad al tiempo que define lo que es un prototipo: «*Por prototipos de categorías entendemos en general los casos más claros de pertenencia a la categoría definidos operacionalmente por los juiclos de la gente con respecto a la bondad de pertenencia a la categoría. Mucha de la confusión producida en la discusión de los prototipos procede de dos fuentes. En primer lugar, la noción de prototipo ha tendido a reificarse como si hiciera referencia a un miembro específico de la categoría o a una estructura mental... En segundo lugar, se han confundido los hallazgos empíricos con teorías del procesamiento*». ROSCH niega ambos supuestos y estima que el concepto de prototipo debe entenderse como una «ficción gramatical» que no supone ninguna teoría de la representación, procesamiento y aprendizaje de conceptos. Tal afirmación es poco congruente con las ideas teóricas que acabamos de exponer. Si bien es cierto que, por su escasa definición, tal como los formula ROSCH, los prototipos no implican modelos precisos ni de procesamiento ni de aprendizaje, no es menos cierto que la teoría de ROSCH incorpora algunos supuestos, como la validez de claves o la idea de que la realidad tiene una estructura correlacional, que, de ser ciertos, tienen implicaciones necesarias para cualquier teoría del aprendizaje. Por ello, si bien ROSCH (1978, 1983) no desea desarrollar con mayor precisión el concepto de prototipo, es necesario plantearse, siquiera brevemente, las alternativas existentes con respecto a su representación en la memoria antes de indagar en la teoría del aprendizaje subyacente.

La representación de los conceptos: ¿prototipos o ejemplares?

Gracias en cierta medida a los trabajos de ROSCH, la teoría probabilística de los conceptos se ha impuesto a la concepción clásica. Según esta última, adquirir un concepto es aprender la lista de atributos comunes a todos sus ejemplos. Pero ¿qué es exactamente lo que adquiere un sujeto cuando aprende un concepto probabilístico? En nuestra exposición distinguiremos dos posiciones al respecto:

la teoría del prototipo y la teoría del ejemplar (véase MEDIN y SMITH, 1784; SMITH y MEDIN, 1981). Algunos autores (por ej., HOMA, 1984;) añaden a estas dos posiciones una tercera, las teorías de rasgos. Ambas clasificaciones son perfectamente legitimas. En nuestro caso, por razones que expondremos más adelante, consideraremos las teorías de rasgos como un caso particular de las otras dos, por lo que mantenemos la distinción prototipo/ejemplar.

Según los partidarios del *prototipo*, los conceptos poseen una representación unitaria, consistente en una abstracción de los rasgos más probables de los miembros de una categoría. Esa representación prototípica constituye una medida de tendencia central o valor promedio de los distintos atributos relevantes para las categorías. Los trabajos de POSNER y KEELE (1968) anteriormente mencionados, son un ejemplo de este tipo de representación. El prototipo no necesita corresponderse con un miembro real de la categoría, sino que puede ser una representación «ideal», una verdadera abstracción. Así, por ejemplo, los conceptos de «justicia», «democracia» o cualquier otra cosa deseable difícilmente encuentran en la realidad un ejemplar en los que se identifiquen plenamente.

Según otra interpretación, las categorías estarían representadas por algún *ejemplar* que recoge los rasgos más comunes en la misma. Según estas teorías, en nuestra mente no está representado ningún caso promedio sino los propios ejemplares del concepto unidos por relaciones de semejanza. En este caso, lo que se adquiere no es una abstracción sino la memoria de un estímulo real en torno al cual se agrupan otros estímulos que tienen similaridad con él. El concepto se identifica en alguno o algunos de sus ejemplares. Para muchos, James Dean siempre será el «rebelde sin causa» y los Beatles «la música *pop*».

En la actualidad, gran parte de los estuidos sobre formación de categorías probabilísticas se hallan polarizados por esta distinción. Hay que decir que estas dos posiciones con respecto al formato que adoptan los conceptos en la memoria tienen especial interés para la representación de conceptos en sistemas artificiales de procesamiento, lo cual explica probablemente la importancia que se concede a este debate. Muchos de los intentos de solucionar esta controversia, que por cierto está conectada con otros debates en psicología cognitiva (como proposiciones *versus* imágenes, o memoria episódica *versus* memoria semántica), están dedicados a la búsqueda de un apoyo empírico para una y otra posición. En principio, ambas posiciones cuentan con datos empíricos a favor y en contra. Desde BARTLETT (1932) se sabe que la memoria no es literal, que no recordamos estímulos reales sino que los deformamos al recordarlos. Esto parece apoyar una concepción prototípica. De hecho, BARTLETT ha sido considerado como uno de los precursores de esta concepción (MILLWARD, 1980). Las elaboraciones teóricas sobre los esquemas (BREWER y NAKAMURA, 1984; RUMELHART, 1981; SIERRA, 1986) vendrían también en apoyo del prototipo. En cambio, otros datos muestran que la gente no sólo se representa los valores promedio de los conceptos sino también su dispersión o variabilidad interna (HOLLAND y cols. 1986). Igualmente, los propios POSNER y KEELE (1968) comprobaron que, si bien la gente puede reconocer estímulos prototípicos que nunca ha percibido, también reconoce los estímulos o ejemplares realmente presentados.

Tal vez la única forma de diferenciar claramente entre una y otra posición, utilizada en algunos de los trabajos anteriores, sea analizar el gradiante de generalización en un situación de aprendizaje de categorías (HOMA, 1984), para determinar si esa generalización se irradia a partir de los ejemplares presentados o de un prototipo o medida central de la categoría. Ello nos conduce al punto central de nuestra exposición: analizar los mecanismos de aprendizaje tanto en el caso de los ejemplares como en el de los prototipos.

La adquisición de ejemplares y prototipos

La ambigüedad e inconcreción con respecto a los mecanismos de aprendizaje no es característica sólo de la posición de ROSCH, sino que parece constituir más bien uno de los rasgos más probables en las teorías probabilísticas del aprendizaje de conceptos y categorías. Pero, a pesar de esta vaguedad, prácticamente en todos los casos se defiende la existencia de procesos y representaciones que conllevan una idea implícita de los mecanismos del aprendizaje responsables de ellos. Estos supuestos son a veces más implícitos que explícitos. De hecho, al asumir que los conceptos se representan mediante ejemplares o mediante prototipos se están haciendo también fuertes suposiciones con respecto a los mecanismos de aprendizaje subyacentes.

Así, los partidarios de la teoría del *ejemplar* (por ej., BARSALOU, 1985, 1987; BROOKS, 1978, 1987; MEDIN y SCHAFFER, 1978), al sostener que los conceptos no poseen una representación unitaria, defienden que los ejemplares se adquieren y almacenan como casos individuales. La atribución de un estímulo nuevo a una categoría se produciría por un proceso de comparación con los ejemplares almacenados en la memoria. El estímulo se atribuiría a la categoría cuyos ejemplares tuvieran una mayor semejanza con el nuevo estímulo. En palabras de BARSALOU (1987, pág. 118), la formación de conceptos se basaría en «*un proceso de comparación de similaridad en la memoria de trabajo*». Así, los conceptos no serán entidades abstractas almacenadas en la memoria de modo estable, sino que se formarían *ad hoc* (BARSALOU, 1983) en el momento de su uso. Serían representaciones implícitas en lugar de explícitas.

Las teorías del ejemplar consideran los conceptos como productos de la memoria episódica, aceptando la hipótesis de la codificación específica (MCCAULEY, 1987). Según la conceptualización de TULVING (1979, 1983) los contendios de la memoria episódica se organizan según pautas espacio-temporales y no mediante relaciones conceptuales, carecen de capacidad inferencial y se refieren a hechos únicos. Estos mismos rasgos están presentes en las teorías del ejemplar. Sin embargo, la consideración de los conceptos como representaciones episódicas plantea serios problemas, algunos de los cuales están presentes en el concepto de memoria episódica desde su propio origen (véase por ej., DIGES y SEOANE, 1981). En primer lugar, si bien parece demostrada la importancia de los factores contextuales en la conceptualización (BARSALOU y MEDIN, 1986), ésta no puede reducirse a meros parámetros espacio-temporales. Lo que caracteriza a los con-

ceptos es precisamente la superación de esos parámetros que nos permite liberarnos de la «esclavitud de lo particular». Si los conceptos están representados mediante ejemplares ¿se almacenan todos los estímulos individuales como ejemplares? En caso afirmativo, la función organizadora y predictiva de los conceptos sería difícil de lograr. Pero si no es así ¿cuáles son los criterios para seleccionar unos estímulos determinados como ejemplares? O, en otras palabras, ¿cuáles son los mecanismos mediante los que se adquieren los ejemplares-conceptos?

Los defensores de la teoría del ejemplar no son muy explícitos con respecto a los procesos del aprendizaje. El único mecanismo mencionado es la semejanza de los estímulos con respecto a los ejemplares. No obstante, rechazan el análisis de rasgos por lo que se trataría de una semejanza global, no analítica (BROOKS, 1978). Pero no se explicita en qué parámetros se basa esa semejanza global. En cualquier caso, al negar que los conceptos constituyan entidades abastractas, los partidarios del ejemplar rechazan la abstracción como proceso básico para la adquisición de conceptos. Lamentablemente, no formulan ninguna alternativa coherente a la abstracción, que es el proceso en general aceptado desde posiciones asociacionistas (BOLTON, 1977). De esta forma, en su formulación actual resulta insuficiente como teoría de la adquisición de conceptos. Todas sus formulaciones se reducen a un vago proceso de identificación (la semejanza global) sin que parezca capaz de abordar otros requisitos importantes de una teoría de esa naturaleza, como son la relación entre conceptos y, muy especialmente, los procesos que dan cuenta de la formación de conceptos como entidades que superan la naturaleza individual de los estímulos particulares. En cierto modo, es un contrasentido considerar los conceptos o categorías –los contendios semánticos por naturaleza– como productos episódicos en la memoria. De hecho, como han mostrado DIGES y SEOANE (1981), el propio concepto de memoria episódica es, hasta cierto punto, contrario al sentido común. La contradicción nos remonta al problema del origen de los significados y nos recuerda una vez más que éstos no pueden reducirse a meras reglas sintácticas. En último extremo, la semejanza debe remitir siempre a unos contenidos. Cómo se forman éstos es algo que las teorías del ejemplar no aclaran.

Pero la debilidad de la teoría del ejemplar no impide que goce de un cierto apoyo experimental, especialmente en relación con la existencia de efectos contextuales en la adquisición de categorías (por ej., BARSALOU, 1983, 1987; BARSALOU y MEDIN, 1986). Además, se muestra como una teoría eficaz desde el punto de vista representacional y se ajusta a las demandas de las nuevas teorías computacionales, basadas en representaciones implícitas más que explícitas (modelos mentales o de memoria distribuida en lugar de esquemas o prototipos). Pero este éxito empírico y esta adecuación con respecto a las nuevas teorías computacionales pueden resultar engañosos, ya que ni las teorías computacionales parecen traer consigo una verdadera teoría del aprendizaje de conceptos (véase más adelante Cap. VI), ni las condiciones experimentales son especialmente adecuadas para analizar cómo se adquieren en realidad, más allá del laboratorio, esos mismos conceptos. De hecho, las situaciones experimentales suelen ser muy restrictivas en varios sentidos: pruebas de retención a corto plazo (que favorecen el recuerdo

de ejemplares en lugar del de prototipos), aprendizaje de categorías perceptivas en lugar de conceptos, situaciones artificiales en lugar de naturales y escasas variables manipuladas, tanto internas (tamaño de la categoría, varianza de los ejemplares), externas (número de categorías y similitud entre ellas) como contextuales. Por ejemplo, según ha mostrado HOMA (1984), los resultados de situaciones con una sola categoría no son extrapolables a situaciones con más de una categoría. Si se introducen estas variables y sus interacciones –y en la vida real esas variables interactúan de modos extraordinariamente complejos– el sentido común –y algunos datos empíricos– nos dicen que los conceptos no sólo están formados por ejemplares sino que son una abstracción.

Esta es la idea de los partidarios del prototipo. Según la teoría del *prototipo* los conceptos están representados de modo estable en la memoria mediante un ejemplo, real o ideal, cuyos valores en los diversos atributos constituyen una medida de tendencia central del rango de valores existentes entre los miembros de la categoría. A diferencia de la teoría del ejemplar, que únicamente predecía una mayor semejanza de los miembros del concepto con su ejemplar o ejemplares, el prototipo sería un caso promedio dentro de la categoría. Existen, sin embargo, varias formas de computar y relacionar esos valores promedio, que dan lugar a una gran variedad de teorías de la adquisición de prototipos. Estas teorías pueden clasificarse según diversos criterios, muchas veces no coincidentes (véase, por ej., ABDI, 1987; ANDERSON, 1983; ESTES, 1986; MILLWARD, 1980; SMITH y MEDIN, 1981; DE VEGA, 1984; WICKELGREN, 1979). Por nuestra parte, distinguiremos entre dos formas fundamentales de calcular el valor central de un rasgo: como una variable continua, en cuyo caso el valor central es la media de una dimensión, y como variable discreta, en cuyo caso la medida de tendencia central será la moda o valor más frecuente con respecto a un atributo. Existe además otro criterio, aplicable por igual a ambos tipos de medidas, que es el tipo de relación existente entre los atributos o dimensiones. Según la mayor parte de los modelos esa relación es meramente aditiva, de forma que el prototipo de un concepto es la suma de los valores promedios. Sin embargo, otros autores defienden que los diversos valores no son nunca independientes unos de otros sino contingentes, por lo que la relación entre ellos no es meramente aditiva sino multiplicativa. La Tabla 5.3 resume los principales modelos derivados de la interacción entre estos dos criterios.

TABLA 5.3.

Modelos del cómputo del prototipo		
Tipo de rasgos	**Relación entre los rasgos**	
	Independencia	**Contingencia**
Variables continuas (dimensiones)	Suma de distancias	Multiplicación de distancias
Variables discretas (atributos)	Suma de frecuencias	Multiplicación de frecuencias

Cada uno de estos modelos da lugar a un proceso de aprendizaje levemente distinto. Los principales modelos de *dimensiones* definen el prototipo como el estímulo que tiene un valor promedio en cada una de las dimensiones relevantes para la categoría. Así, un estímulo nuevo se atribuirá a aquella categoría cuyo prototipo se halle a menor distancia media de los valores del estímulo. Esa distancia es la suma de la distancia en cada uno de los valores. A su vez, el prototipo se adquirirá como un valor promedio para una serie de estímulos con una cierta similitud. Los efectos de tipicidad se explicarían en función de la distancia al prototipo. POSNER y KEELE (1968) desarrollan un modelo de este tipo a partir de sus investigaciones con figuras distorsionadas, mencionadas con anterioridad. En sus trabajos, cuanta mayor era la distorsión mayor era la distancia con prototipo. Los estímulos más difíciles de categorizar eran aquellos que no se encontraban «próximos» a ningún prototipo. Ese mismo tipo de modelos se ha aplicado en los estudios sobre memoria semántica (por ej., RIPS, SHOBEN y SMITH, 1973). En estos estudios la «distancia semántica» entre los conceptos da lugar a una representación espacial bidimensional, en la que un dominio semántico está representado según relaciones de proximidad entre sus miembros.

Uno de los problemas de este tipo de modelos es determinar qué dimensiones son relevantes para calcular la distancia con el prototipo. Al calcular esa distancia como la suma de todas las distancias dimensionales se está asumiendo que las distintas dimensiones son no sólo independientes sino igualmente relevantes. Este supuesto conduce a predicciones erróneas. Por ejemplo, si el gorrión se halla próximo al prototipo de ave, un canario de su mismo color pardo estaría más próximo al prototipo que un canario naranja. Sin embargo, para la mayor parte de la gente el color es, en principio, una dimensión irrelevante para la categoría «ave». Por esta razón, se han intentado introducir, con escaso éxito hasta la fecha, factores de ponderación de la relevancia de las dimensiones en el cómputo de la distancia con el prototipo. Como puede verse, se trata, una vez más, de superar las anomalías producidas por el principio asociacionista de equivalencia o equipotencialidad de los estímulos.

El problema de la equivalencia de dimensiones tiene también su correlato dentro de las propias dimensiones. Al asumir el carácter continuo de los rasgos, se acepta también una métrica continua, según la cual la distancia entre dos conceptos A y B es la misma en ambas direcciones. Este supuesto de simetría resulta, sin embargo, inadecuado como medida del prototipo. Según ha comprobado TVERSKY (1977), la semajanza entre un prototipo y un miembro de la categoría no es simétrica. Así, un alumno que tenga un 4,6 en un examen es posible que argumente que «un 4,6 es casi un 5». En cambio es bastante más improbable que un alumno con un 5 piense que «un 5 es casi un 4,6». Igual sucede con el uso de las metáforas en el lenguaje. Ada y Van, los precoces adolescentes protagonistas de la novela de Vladímir NABOKOV *Ada o el ardor*, definen el recuerdo de una paraíso ido, la añoranza, como «una torre en la niebla». Es bastante dudoso que simétricamente consideraran una torre en la niebla como «el recuerdo de un paraíso ido». Esta creencia en la simetría es una consecuencia de considerar los ras-

gos de los conceptos como variables continuas. Por tanto, los modelos de prototipos basados en variables discretas no se enfrentan a este problema.

Los modelos del prototipo basados en *atributos* o variables discretas consideran que el prototipo está constituido por los valores más frecuentes en cada uno de los rasgos del concepto. La categorización de un estímulo nuevo será el producto aditivo de la frecuencia con la que sus valores están presentes en distintas categorías. El prototipo se adquirirá a partir de un cómputo de la frecuencia de rasgos entre estímulos con una cierta similitud. Los efectos de tipicidad de los miembros de una categoría dependen de la frecuencia de cada uno de sus valores dentro de la categoría. Dos de los modelos de frecuencia de rasgos más relevantes son la validez de claves de ROSCH (1978) y el parecido familiar de TVERSKY (1977). Como señalábamos en páginas anteriores la validez de una clave como predictor de una categoría es un producto de la frecuencia con la que esa clave (o valor) ocurre en esa categoría menos la frecuencia con que ocurre en otras categorías. La validez de claves de un estímulo es la suma de las probabilidades condicionadas de cada uno de sus valores o claves. Nuevamente esta medida de la tipicidad está basada en la independencia y equivalencia de los atributos. TVERSKY (1977) ha propuesto un modelo parecido, en el que la tipicidad se mide por la semejanza o parecido familiar con el prototipo, que se basa en una suma ponderada de la semejanza de los distintos atributos. Una de las diferencias entre estos dos modelos de la frecuencia de rasgos es que TVERSKY introduce un factor de ponderación para compernsar la equivalencia de los rasgos.

Aunque el modelo de TVERSKY (1977), basado en una suma ponderada de los atributos, resulta intuitivamente aceptable, sigue careciendo, al igual que sucedía en el caso de los modelos dimensionales, como el de REED (1972), de una medida independiente de la ponderación. Pero, aun en el caso de que se hallara tal medida, los modelos de frecuencia de rasgos, al igual que los de distancia semántica, siguen teniendo planteado el problema de la independencia de los rasgos. En ambos tipos de modelos, los atributos o dimensiones se tratan como variables sin relación entre sí, cuyo valor puede ser sumado o restado. Sin embargo, paradójicamente estos modelos se basan en la idea de que el mundo tiene «una estructura correlacional» que se refleja en la formación de conceptos (ROSCH, 1977). Esa estructura correlacional, consistente en la covariación sistemática de ciertos valores en el mundo real, se contradice con el tratamiento aditivo que se da a esos mismos valores en los modelos que acabamos de mencionar. RICHARDSON y BHAVNANI (1984) han propuesto un modelo de *contingencia* según el cual los valores de las variables no son independientes unos de otros sino que están relacionados entre sí. Tras computar la probabilidad condicionada de cada valor o clave, el modelo, en lugar de sumarlas, establece una relación multiplicativa por la que los distintos valores interactúan. Este modelo es aplicable tanto a variables continuas como discretas (RICHARDSON y BHAVNANI, 1987).

Semejanzas entre los modelos de ejemplar y prototipo

A pesar de las diferencias que hemos ido mencionando, los diversos modelos probabilísticos, sean de ejemplar o de prototipo, difieren poco en sus predicciones empíricas, hasta el punto de que, en muchos casos, no pueden discriminarse unos de otros (ABDI, 1987; ESTES, 1976; MILLWARD, 1980; REED, 1972). Sin duda esa discriminación resulta difícil porque, a pesar de que los modelos difieren en el formato representacional y en su formalización del proceso de formación de conceptos, todos ellos coinciden en una serie de supuestos básicos con respecto a la naturaleza de ese proceso. En primer lugar, todos los modelos de prototipo parten de una definición *componencial* de los conceptos (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN, 1983), según la cual un concepto se define a partir de los rasgos o atributos que lo componen. En otras palabras, los conceptos se definen por sus procedimientos de identificación, no por su núcleo, por su referencia, no por su sentido. Además todos estos modelos conciben la formación de conceptos como un proceso de *abstracción* o inducción a partir de esos rasgos componentes. El mundo posee una estructura propia y la formación de conceptos no es sino la abstracción o extracción de esa estructura a partir de un análisis de los atributos presentes en los estímulos. Por último, la abstracción se realiza por medio de leyes de la *asociación*, como la frecuencia o contigüidad y la similitud.

Con estos rasgos comunes no es extraño que estos modelos hagan predicciones similares. Más que teorías alternativas, los diversos modelos del prototipo y el ejemplar pueden considerarse versiones de una misma teoría o, si se prefiere, como miembros de una misma familia de teorías (LAUDAN, 1977), la familia de las teorías probabilísticas de la adquisición de conceptos. Estas teorías surgieron en parte como respuesta a las teorías clásicas centradas en la adquisición de conceptos artificiales en situaciones de laboratorio. Sin embargo, algunos de los rasgos que acabamos de mencionar son sospechosamente similares a los que tenían aquellas otras teorías. Por encima de sus diferencias, vuelve a surgir un cierto «parecido familiar» entre las dos grandes familias de teorías (clásicas y probabilísticas). Es quizá el momento de hacer balance y preguntarse hasta qué punto las teorías probabilísticas suponen una alternativa a las concepciones clásicas, hasta qué punto son –también ellas– dos teorías distintas o dos versiones de la misma teoría asociacionista del aprendizaje de conceptos.

Limitaciones de las teorías probabilísticas

Para determinar si las teorías probabilísticas conforman un programa de investigación progresivo (LAKATOS, 1978) con respecto a las concepciones clásicas es necesario comprobar que su apoyo empírico excede al que tenían éstas y que sus postulados teóricos, especialmente en relación con al aprendizaje de conceptos, difieren sustancialmente.

Al exponer la teoría del prototipo de ROSCH (1978) observamos que se apoyaba en una serie de resultados experimentales difícilmente compatibles con las

concepciones clásicas. La existencia de esos hechos empíricos, en especial los efectos de tipicidad y la preeminencia del nivel conceptual básico, ha sido corroborada en otras muchas investigaciones y es una realidad fuera de discusión que toda teoría de la adquisición de conceptos debe explicar para ser aceptada como tal. Pero si la existencia de esos fenómenos no es discutida, empieza a dudarse que constituyan una prueba definitiva en contra de las concepciones clásicas como sostiene ROSCH (1978). Algunos datos recientes muestran que las teorías probabilísticas se hallan al menos tan limitadas como las clásicas para explicar la adquisición de conceptos y la forma en que éstos se representan.

En primer lugar, si bien muchos conceptos parecen tener una estructura difusa o probabilística, existen otros muchos que se adecúan mejor a la concepción clásica. Así, los conceptos científicos tienen, por definición, una estructura lógica. El «conjunto de los números pares» no es en absoluto difuso o probabilístico (ARMSTRONG, GLEITMAN y GLEITMAN, 1983). Ahora bien, está comprobado que la mayor parte de las personas tiene una concepción errónea o desviada de muchos fenómenos científicos y que esa concepción se ajusta, en parte, a las exigencias de las teorías probabilísticas: los conceptos son algo difusos, imprecisos e incoherentes en su organización jerárquica (POZO y CARRETERO, 1987). Por ello puede argumentarse que los conceptos científicos bien definidos no representan la forma en que la gente suele conceptualizar el mundo. Pero existen pruebas de que muchas concepciones no científicas se ajustan, incluso desde edades muy tempranas, a la teoría clásica. En una serie de investigaciones sobre las concepciones ontológicas de niños y adultos, KEIL (1979, 1981, 1983) informaba, por ejemplo, a sus sujetos que los «hirajos» (un concepto inventado) duermen. Sin saber lo que eran los tales hirajos, sus sujetos, incluidos los más pequeños, eran capaces de inferir, con certeza, otras cualidades, como que están vivos y pueden tener hambre. Según KEIL (1979), los sujetos poseen una tupida red conceptual, estructurada de acuerdo con la concepción clásica, lo que les permite hacer inferencias ante estímulos nuevos y predecir su conducta. Al categorizar a los hirajos como un animal, les atribuyen todos los rasgos que definen a un animal. Este poder inferencial de los conceptos no puede proceder de una incierta estructura probabilística.

La existencia de conceptos estructurados según criterios lógicos es un problema para la generalidad o ámbito de aplicación de las teorías probabilísticas. Pero el problema se agrava aún más cuando se descubre que muchos de los conceptos que aparentemente están estructurados de modo probabilístico pueden tener *también* una estructura clásica. Según OSHERSON y SMITH (1981) no se trataría de que unos conceptos tuvieran una estructrura lógica y otros una estructura probabilística, sino de que en todos los conceptos que tienen núcleo y procedimiento de identificación, el núcleo estaría organizado según la concepción clásica mientras que el procedimiento de identificación respondería a la concepción probabilística. Dado que los estudios sobre la formación de conceptos naturales se han ocupado casi exclusivamente de los procedimientos de identificación han descuidado la estructura clásica del núcleo, ofreciendo una visión sesgada de los conceptos.

Esta interpretación de OSHERSON y SMITH (1981) parece contar con algunas pruebras a su favor. En la actualidad se está empezando a dudar de la interpretación que hace ROSCH (1977, 1978) de algunos de sus descubrimientos empíricos sobre la tipicidad y el nivel conceptual básico. Así, por ejemplo, GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983) han logrado replicar los efectos de tipicidad observados por ROSCH (1973b) mediante la medición de los tiempos de respuesta ante buenos y malos ejemplos de un concepto. El problema es que GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983) han logrado replicar esos efectos no sólo en conceptos como los usados por ROSCH (por ej., «mueble», «pájaro») sino también en conceptos aparentemente estructurados de una forma lógica, como «número par». Los sujetos tardaban muy poco en decidir que 2 es un número par. En cambio la misma decisión para números como 806 o 34 era más lenta. El hallazgo de estos efectos de tipicidad entre los números pares puede interpretarse de dos formas. En primer lugar, se puede atribuir una estructura probabilística al concepto de «número par» como hace ROSCH (1973b) con el concepto de «mueble» a partir de sus propios resultados. Según esta interpretación, el 2 sería un ejemplo prototípico de número par mientras que el 806 sería un ejemplo peor. Sin embargo, GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983) rechazan esta interpretación y optan por la contraria: ni en el caso del «número par» ni en el de «mueble» la medición de los tiempos de reacción es una prueba de que el concepto se estructure probabilísticamente. Así, cuando a los mismos sujetos que reaccionaban de modo distinto ante el 2 y el 806 se les preguntaba si el «número par» tenía una estructura graduada o lógica, todos los sujetos admitían que tiene una estructura lógica, ya que ante un número cualquiera -con excepción del cero- es posible decidir, sin ninguna incertidumbre, si es par o impar. En cambio, la mitad de esos mismos sujetos atribuían una estructura graduada a conceptos tales como «vegetal» o «deporte». Por tanto, según GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983, pág. 98), «*tenemos un resultado general que nos dice que los resultados graduados se obtienen con independencia de la estructura del concepto sometido a prueba... de lo cual parece seguirse que un paradigma experimental que no puede distinguir entre unos conceptos y otros, no está describiendo muy satisfactoriamente la estructura de los conceptos*». La conclusión final de estos autores es que los tiempos de respuesta no dependen de la estructura (o núcleo) del concepto, sino que están relacionados con los procedimientos de identificación. Aunque todos sabemos que «todo entero que al dividirse por dos no deja resto» es un número par, disponemos de procedimientos heurísticos para identificar los ejemplos del concepto, que dan lugar a efectos de tipicidad.

Otros procedimientos experimentales usados por ROSCH han sido reinterpretados de forma similar. Así, varios autores (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN 1983; MURPHY y MEDIN, 1985) han señalado la escasa fiabilidad de pedir a los sujetos una lista de los atributos de un concepto y, a partir de ella, atribuir a éste una estructura probabilística. Posiblemente en esa situación los sujetos tienden a describir los rasgos más informativos o discriminativos, aquellos que permiten identificar al concepto, no los que lo definen. Así, un «pájaro» tendrá alas, volará, hará nidos, etc., pero raramente se le atribuirán rasgos como respirar, comer, dormir,

etc., que según KEIL (1979, 1983) forman parte de la estructura ontológica de la realidad que tienen los sujetos. Nuevamente, se está estudiando la referencia o procedimiento de identificación de un concepto, no su sentido o núcleo. Además, la estructura prototípica no es estable sino que varía en función del contexto (BARSALOU, 1987; BARSALOU y MEDIN, 1986). Así, Italia puede ser un buen ejemplo de democracia si hablamos de pluralidad de opciones ideológicas y Estados Unidos un muy mal ejemplo. Sin embargo, si nos referimos a la libertad de prensa y la independencia de la justicia para juzgar al poder posiblemente Estados Unidos sea un ejemplo mejor. Además, estos efectos tampoco son estables en el tiempo. Los niños pequeños tienen categorías básicas distintas de los adultos (MERVIS, 1987).

Todos estos datos ponen en duda la idea de que los conceptos se estructuren generalmente de modo probabilístico o en forma graduada. Aunque los datos experimentales de ROSCH y su grupo han sido replicados en múltiples ocasiones (por ej., entre nosotros por PERAITA, 1988, SOTO, 1982, SOTO y cols., 1982) su interpretación no es unívoca. De hecho, comienza a aceptarse la idea de que en la formación de conceptos conviven dos tipos de estructuras y de procesos. Por un lado, los conceptos tienen un procedimiento de identificación que responde a los modelos probabilísticos; por otro, tienen un núcleo que parece adoptar una estructura lógica, consistente con la concepción clásica. De esta forma han comenzado a surgir diversos *modelos duales* de la formación de conceptos, que asumen la coexistencia entre ambos tipos de estructuras.

Estos modelos duales dan lugar a la aparición de diversas dicotomías (KEIL, 1987): núcleo *versus* procedimiento de identificación (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN 1983; MILLER y JOHNSON-LAIRD, 1976; OSHERSON y SMITH, 1981), categorías lógicas *versus* categorías prototípicas (ROSCH, 1983), percepción imediata *versus* categorización (NEISSER, 1987b), compentencia *versus* actuación (NEIMARK, 1983). Todas estas dicotomías y algunas otras tienen en común la distinción entre una definición clásica del significado o sentido del concepto frente a un procedimiento de identificación o heurístico basado en unas características probabilísticas. En otras palabras, la categorización de un nuevo estímulo se realizaría recurriendo a unos procesos heurísticos basados en unos ragos más frecuentes o centrales en el concepto, que facilitarían la toma de decisiones. Sin embargo, el significado del concepto no estaría restringido sólo a esos atributos probabilísticos sino que dependería de sus relaciones con otros conceptos, de lo que KEIL (1986) denomina el «esqueleto conceptual».

Ahora bien, el reconocimiento de esta dualidad de representaciones no soluciona por sí mismo los problemas. Tal vez sólo los duplique (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN 1983). ¿Ambos tipos de representaciones se deben a procesos distintos a un mismo proceso? ¿Qué relación hay entre ellos? ¿Se adquieren mediante los mismos mecanismos de aprendizaje o por procesos diferentes? En definitiva ¿son dos sistemas independientes o dos manifestaciones de un mismo sistema? Nos encontramos nuevamente como aquellos ciegos que intentan saber cómo es un elefante. ¿Hay un solo elefante en el aprendizaje de conceptos o dos elefantes distintos?

Según ROSCH (1983; también NEISSER, 1987b) se trataría de dos formas de

categorización diferentes que se desarrollarían de modo independiente desde la primera infancia, vinculadas a dos tipos de razonamiento: el razonamiento lógico y el razonamiento a partir de un punto de referencia. A este último estaría vinculada la clasificación mediante prototipos que, más concretamente, sería un caso de razonamiento basado en un heurístico de representatividad, postulado por TVERSKY, y KAHNEMAN (1974).

Sin embargo, esta supuesta independencia de los desarrollos es poco convincente. Ello supondría que las personas poseen dos sistemas paralelos de formación y representación de conceptos, dos concepciones distintas del mundo. Aunque empíricamente no puede rechazarse del todo esa duplicidad, es poco adecuada desde un punto de vista teórico. Por ello la mayor parte de los autores tienden a buscar una conexión entre ambos sistemas. GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983) no creen en la existencia de los sistemas conceptuales paralelos, pero adoptan un «pesimismo fodoriano» por el que desconfían de la posibilidad de acceder a una teoría general del aprendizaje de conceptos. Este pesimismo no es compartido por otros autores. NEIMARK (1983) cree que la existencia de esos dos sistemas es más empírica que teórica. Para esta autora, el uso de uno u otro sistema en la categorización depende de factores contextuales. El tipo de conceptualización realizada por el sujeto dependerá de la tarea que tenga que resolver. Si la tarea es empírica (determinar la pertenencia de un estímulo a una categoría) el sujeto usará un heurístico de identificación. Si la tarea es lógica o de valor de verdad (determinar el significado de un concepto) el sujeto recurrirá a su competencia lógica. Al igual que ROSCH (1983), NEIMARK (1983) piensa que estos dos sistemas están conectados con procesos de razonamiento más generales. Concretamente, vincula los conceptos lógicos a los modelos de *competencia* y los conceptos prototípicos a los modelos de *actuación*. Según NEIMARK (1983, pág. 115), «*los prototipos constituyen un heurístico eficaz cuyo sustrato lógico remite necesariamente a un modelo de competencia: el sistema de clasificación prototípica es una aproximación heurística, defectiva, a la clasificación lógica*». De esta forma, la dualidad se resolvería reduciendo los prototipos a ciertas estructuras conceptuales clásicas subyacentes.

Al incorporar la dicotomía competencia/actuación de la psicología del pensamiento, NEIMARK (1983) no hace sino reavivar en el marco del aprendizaje de conceptos una vieja polémica en torno a la racionalidad humana. Ante los múltiples datos empíricos que muestran que los humanos nos desviamos sistemáticamente de las leyes de la lógica (véase CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984a; KAHNEMAN, TVERSKY y SLOVIC, 1982; NISBETT y ROSS, 1980), algunos autores han defendido que esa desviación corresponde a variables contextuales de actuación, pero que no es una prueba de falta de competencia lógica por parte de los sujetos (por ej., COHEN, 1981). El argumento de NEIMARK (1983) es similar: los sujetos usan prototipos, desviados de las clases lógicas, por variables de actuación, (procedimiento de identificación), pero su competencia conceptual subyacente se ajusta a la concepción clásica. El problema de esta concepción reside no sólo en que no es falsable (DE VEGA, 1985a), sino que hasta la fecha, los modelos duales desarrollados en psicología del pensamiento no han conseguido explicar el uso de reglas heurís-

ticas a partir de una competencia lógica subyacente. La evolución de los modelos de razonamiento, más que reducir un sistema a otro, parece dirigirse hacia modelos crecientemente interactivos o, si se prefiere, integradores (POZO, 1987b, 1988b).

Una evolución similar comienza a observarse de modo tímido en la formación de conceptos. Como ha señalado KEIL (1987), existe la fea costumbre de creer que uno solo de los modelos propuestos tiene que ser cierto, de tal modo que los demás tienen que reducirse a éste. Esta tendencia «monoteísta», cuyos males se extienden mucho más allá de la formación de conceptos, no se ajusta a los datos disponibles, que parecen exigir acercamientos cada vez más integradores. El propio KEIL (1986, 1987) ha propuesto una integración evolutiva entre los dos sistemas que venimos analizando. Según este autor, ambos forman parte de un mismo proceso general de adquisición de conceptos, que responde a una pauta evolutiva característica. KEIL ha observado un cambio evolutivo en la forma de representar los conceptos. Inicialmente los niños usan definiciones conceptuales basadas en atributos característicos y probabilísticos. Sin embargo, a medida que aprenden más sobre esos rasgos van poniendo un énfasis creciente en la definición esencial del concepto, en su sentido no reducible a esos atributos característicos. Por ejemplo, a los 7-8 años los niños ya saben que el concepto «tío» hace referencia a un hermano del padre o de la madre, aunque éste tenga rasgos tan poco característicos como tener 2 años de edad, y no a una persona adulta que tiene los rasgos característicos de un tío, como tener una relación estrecha y frecuente con la familia y hacer regalos en las fechas señaladas, pero que carece del rasgo definicional esencial, ser hermano de uno de los padres. Antes de esa edad, los rasgos característicos son suficientes para definir un concepto. (KEIL y BATTERMAN, 1984). Este «cambio de las características a la definición», según lo denomina KEIL (1986), no necesariamente implica un paso de una definición probabilística a una concepción clásica, aunque existiría una conexión evolutiva entre ambas, ligada a una transición de definir un concepto por sus atributos inmediatos o aparentes a basar esa definición en cualidades esenciales de los conceptos, determinadas por su relación con otros conceptos (por ejemplo, el tío es el hermano *de* la madre o *del* padre). En otras palabras, sería una transición de la definición de los conceptos «desde abajo», en función de su referencia, a su definición «desde arriba», según su sentido.

Este cambio plantea un serio interrogante: hasta qué punto los procesos de aprendizaje propuestos por las teorías probabilísticas pueden dar cuenta de él. Como hemos visto, estas teorías, en la medida en que reducen la definición del concepto a sus atributos más probables, no tienen en cuenta esa otra definición «esencial». ¿Es ésta una simple consecuencia de la acumulación del conocimiento sobre los atributos? O, en otras palabras, ¿puede reducirse el significado de un concepto a sus atributos característicos? Según KEIL (1986, 1987; también CAREY, 1985, 1986) ese cambio no es meramente acumulativo, sino que tiene una naturaleza cualitativa. Existen algunos datos que apoyan su posición.

Tanto las teorías de la formación de conceptos basadas en la concepción clásica como las desarrolladas desde posociones probabilísticas, coinciden en definir los conceptos exclusivamente a partir de sus atributos relevantes, sean éstos nece-

sarios o sólo probables. Sin embargo, según han mostrado OSHERSON y SMITH (1981; SMITH y OSHERSON, 1984) en sus estudios sobre la «combinación conceptual», el significado de un concepto compuesto no puede reducirse a los atributos de los conceptos en que se basa. Así, una «madre política» ni es madre ni, necesariamente, es política. Por tanto, el significado de un concepto compuesto no es igual a la suma de los atributos parciales que lo componen. Por lo mismo, la falta de un atributo probable de un concepto en un ejemplar del mismo no altera necesariamente su significado (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN, 1983). Un pájaro sin alas sigue siendo un pájaro. Las «noches blancas» de Leningrado siguen siendo noches, por más que luzca el sol. Su «esencia» no se altera porque cambie su apariencia. Paralelamente a las conservaciones cuantitativas de PIAGET e INHELDER (1941) habría unas conservaciones cualitativas (FLAVELL, 1977). La identidad de un estímulo, definida por su pertenencia a una categoría, no se altera porque cambie sus atributos perceptibles. En una serie de ingenisosos experimentos (por ej., DEVRIES, 1969; KEIL, 1986) se ha mostrado que a partir de los 4-5 años, pero no antes, los niños se niegan a aceptar, por ejemplo, que mediante ciertas transformaciones un gato pueda convertirse en un perro o menos aún en un florero. Sin embargo, aceptan más fácilmente que un objeto (por ej., un papel) pueda convertirse en otro objeto (un florero). Esta diferencia está relacionada con «las teorías ontológicas del niño» (KEIL, 1983, 1986), que no pueden reducirse a meras listas de atributos.

Al reducir un concepto a los atributos que lo componen se asume que los conceptos se aprenden por abstracción, mediante la aplicación de mecanismos asociativos simples, como la frecuencia, la detección de contingencias y la similitud. También en esto coinciden las teorías clásicas que hemos analizado en el Capítulo IV con las teorías probabilísticas. De hecho, según ha señalado WICKELGREN (1979) el modelo de aprendizaje basado en «la validez de claves» o en el «parecido familiar», analizado en el apartado anterior, es perfectamente compatible con la teoría clásica de HULL-SPENCE (sobre la vigencia de esta teoría véase también SPIKER, 1970). Pero tanto las teorías asociacionistas clásicas como las probabilísticas resultan insuficientes para explicar cómo adquieren significado los conceptos. Ambas se centran más en la identificación que en la formación de conceptos. Para comprobarlo, basta analizar brevemente el potencial explicativo de sus dos mecanismos básicos: la similitud y la frecuencia.

Los modelos de frecuencia de rasgos se basan en la detección de relaciones contingentes entre un rasgo y la pertenencia a una categoría. En último extremo, adquirir un concepto no es sino detectar la estructura correlacional de la realidad (ROSCH, 1978). Esa detección puede ser limitada pero, finalmente, según el principio asociacionista de correspondencia, se adecuará a la realidad. ROSCH (1977), pág. 222) cree que «*los humanos no pueden percibir estructuras correlacionales donde no las hay; únicamente pueden ignorar las que existen*». Pero lo cierto es que los humanos no sólo ignoramos con frecuencia correlaciones existentes (por ej., CARRETERO, PÉREZ ECHEVERRÍA y POZO, 1985; CROCKER, 1981; PÉREZ ECHEVERRÍA, 1988; PÉREZ ECHEVERRÍA y CARRETERO, en prensa; POZO, 1987a) sino que, con la misma frecuencia detectamos correlaciones «donde no las hay». El fenó-

meno de la «correlación ilusoria», o percepción de contingencias cuando éstas son nulas, está sobradamente documentado en psicología, no sólo con sujetos ingenuos (LANGER, 1975) o en la formación de estereotipos sociales (NISBETT y ROSS, 1980), sino incluso en la propia labor profesional de los psicólogos (CHAPMAN y CHAPMAN, 1967, 1969). Aunque el mundo tenga una estructura correlacional, difícilmente nuestra representación conceptual del mundo se corresponderá con esa estructura. Es posible que esta desviación se deba a que el mundo tiene *demasiadas* estructuras correlacionales. Hay muchas correlaciones objetivas, pero afortunadamente sólo unas pocas tienen significado. Imaginemos a un pobre hombre que todos los años acude a la cena de confraternidad de su oficina, que se celebra siempre en el mismo restaurante chino y siempre le produce los mismos ardores de estómago. Sin duda, sus ardores correlacionan con muchos atributos de la situación: la presencia de su jefe y de sus compañeros, la corbata nueva que estrena esa noche, el empapelado de la pared y, por supuesto, la comida china. Es muy improbable que este hombre tenga en cuenta la correlación objetiva existente entre sus ardores y el empapelado (salvo en caso de verdadero escándalo, como dice DICKINSON, 1980). Las contingencias percibidas en este caso se «restringirán» a las relaciones entre el menú y los ardores. Nuestro hombre intentará evitar aquellos platos que, según él, le hayan hecho más daño en otras ocasiones o renunciará directamente a la cocina china. Pero, en cualquier caso, su detección de contingencias está restringida a una pequeña parte de las correlaciones posibles. Sólo las relaciones potencialmente informativas, es decir, las que, en conexión con sus propios conceptos (sobre la enfermedad, la presencia del jefe, el empapelado, las corbatas, etc). permiten explicar la correlación global cena-ardor observada, serán detectadas (MURPHY y MEDIN, 1985).

Al reducir la adquisición de conceptos a un mecanismo asociativo de detección de contingencias, ésta no tiene ninguna restricción por lo que no hay forma de explicar su selectividad. Sería una tortura detectar *todas* las correlaciones existentes en el mundo. Otro tanto sucede con el otro mecanismo asociativo postulado por las teorías probabilísticas. Sería agobiente y bastante poco eficaz percibir todas las semejanzas existentes entre las cosas. El mundo está lleno de semejanzas aparentes y de diferencias sutiles; y a la inversa. Como en las adivinanzas infantiles, podemos preguntar «en qué se parece» el aprendizaje a un elefante. Sólo los «ciegos» que nos dedicamos a estudiar el aprendizaje, y quienes sin ser ciegos hayan tenido la paciencia de leer las páginas anteriores, sabemos en qué se parece. En contra de la idea de ROSCH (1977, 1978), y al igual que sucede con la correlación, desde un punto de vista psicológico la semejanza no es «objetiva» sino producto de un sistema conceptual. Por ello difícilmente puede explicar, por sí sola, cómo se forma ese sistema conceptual. De hecho, la semejanza, en forma de heurístico de representatividad (TVERSKY y KAHNEMAN, 1974), tiene dentro de la psicología del pensamiento una naturaleza descriptiva pero no explicativa (GARCÍA MADRUGA y CARRETERO, 1986; PÉREZ ECHEVERRÍA, 1988). Lejos de ser la explicación de cómo se adquieren los conceptos, la percepción de correlaciones y semejanzas entre los estímulos y las categorías es algo que, a su vez necesita ser explicado (MURPHY y MEDIN, 1985).

La falta de restricciones en la percepción de correlaciones y semejanzas incapacita a estas teorías para explicar la adquisición de conceptos. Pero este problema no es nuevo. De hecho, la dificultad más seria a la que se enfrenta cualquier teoría del aprendizaje basada en la abstracción o inducción es la de poner límites al proceso inductivo (BOLTON, 1977; HOLLAND y cols., 1986; KEIL, 1981). El filósofo Charles PEIRCE (1931-1935, vol. 1, pág. 121) presenta un ejemplo de esa dificultad que se ha hecho ya clásico:

> *Supongamos que a un ser de alguna parte remota del universo, donde las condiciones de existencia sean inconcebiblemente distintas de las nuestras, se le presenta el Informe del Censo de los Estados Unidos, que para nosotros es una mina de inducciones valiosas ...Tal vez empiece comparando la razón entre deudas y muertes por tisis en regiones cuyos nombres empiecen con distintas letras del alfabeto. No hace falta decir que acabará encontrando que esa razón es siempre la misma y que, por tanto, su investigación no conducirá a ninguna parte... El extraterrestre puede seguir haciendo durante algún tiempo preguntas inductivas, que el Censo responderá siempre con exactitud, sin aprender nada excepto que ciertas condiciones son independientes de otras... La naturaleza es un repertorio de hechos bastante más vasto y sin duda menos ordenado que un Informe del Censo; y si el hombre no se hubiese acercado a ella con actitudes especiales para hacer buenas conjeturas puede dudarse de que en los diez o veinte mil años que lleva existiendo, la mente más lúcida de la Humanidad hubiera llegado a alcanzar la cantidad de conocimiento que posee en realidad el mayor de los idiotas.*

La pesadilla del extraterrestre enfrentado al Censo de los Estados Unidos tiene cierto paralelismo con alguna otra pesadilla que se ha deslizado ya en estas mismas páginas. Nos recuerda la historia del hombre encerrado en aquella habitación llena de símbolos chinos (SEARLE, 1984). Ambos seres tiene algo en común: *no aprenden nada.* Ambos, además, son víctimas del «problema humeano», el mal que aqueja a su enfoque asociacionista de solventar los problemas. Como sabemos, este mal consiste en la falta de principios organizadores de la realidad. Por eso, PEIRCE recurre a unas «actitudes especiales» del sujeto que, según él, serían conocimiento innatos. FODOR (1975, 1980, 1981) también resolvía así la ausencia de límites en la inducción. Sin embargo, desde las propias posiciones del asociacionismo han surgido diversos intentos de enfrentarse a este problema basados todos ellos en la metáfora del ordenador. Son las teorías computacionales del aprendizaje. A ellas está dedicado el próximo capítulo.

CAPITULO VI

Teorías computacionales

> Los ojos. Ada y sus ojos castaño oscuro. Pero, después de todo, ¿qué son los ojos? (pregunta Ada). Dos agujeros en la máscara de la vida. ¿Qué podrían significar (pregunta Ada) para un homúnculo venido de otro glóbulo, de otra Burbuja Láctea, y cuyo órgano de visión fuese (digamos) un parásito interno parecido a la forma escrita de la palabra «ojo»? ¿Qué representarían para tí dos ojos, dos bellos ojos (de hombre, de lemúrido, de lechuza) que encontraras abandonados en el asiento de un taxi?
>
> Vladímir Nabokov. *Ada o el ardor*

El auge de las teorías computacionales del aprendizaje

En el Capítulo III analizamos las relaciones entre procesamiento de información y aprendizaje. Allí señalábamos que, aunque el aprendizaje ha sido uno de los más clamorosos olvidos del enfoque del procesamiento de información en los últimos años, están aumentando considerablemente los esfuerzos por elaborar teorías del aprendizaje basadas en los supuestos computacionales. Este auge está vinculado al propio fracaso de los sistemas de procesamiento de propósitos generales. Los primeros modelos producidos por el procesamiento de información, como por ejemplo el Solucionador General de Problemas de NEWELL y SIMON (1972), partían de sistemas de procesamiento dotados de una gran capacidad sintáctica general que les permitía supuestamente enfrentarse a cualquier tarea sin necesidad de conocimientos específicos. Pero ese supuesto resultó ser erróneo. Además de una capacidad sintáctica, los sistemas de procesamiento, sean artificiales o humanos, necesitan una cierta cantidad de conocimientos específicos para enfrentarse a un problema complejo, «semánticamente rico» (BHASKAR y SIMON, 1977). Se pasó así al diseño de sistemas expertos en áreas temáticas específicas, dotados de grandes conocimientos en esa área que les permiten resolver problemas enormemente complejos con una gran eficacia, siempre que pertenezcan a ese dominio de conocimientos. Buena parte de los esfuerzos

de la Inteligencia Artificial están actualmente dirigidos al diseño de sistemas expertos (por ej., CUENA, 1986; HART, 1986; MUMPOWER y cols., 1987).

Pero el hecho de tener que cargar de contenidos semánticos a esos sistemas plantea la necesidad, no sólo teórica sino también técnica, de proporcionarles una cierta capacidad para adquirir esos conocimientos. De esta forma, el aprendizaje se constituye en un problema relevante para la ciencia cognitiva. Desde un punto de vista teórico, es necesario postular mecanismos que expliquen la adquisición de esos conocimientos por los sistemas humanos de procesamiento. Desde un punto de vista técnico, si no se quiere seguir toda la vida dándoles el conocimiento cucharada a cucharada, regla a regla, es necesario dotar a los computadores de la capacidad para adquirir por sí mismos conocimientos complejos, incluidos los conceptos. En los últimos años se han realizado numerosos y crecientes esfuerzos por proporcionar a los sistemas de procesamiento humanos y artificiales de un cierto poder de automodificación (por ej., ANDERSON, 1981, 1983; BOLC, 1987 HOLLAND y cols., 1986; KLAHR, LANGLEY y NECHES, 1987; MCCLELLAND, RUMELHART y grupo PDP, 1986; MICHALSKI, CARBONELL y MITCHELL, 1986; MITCHELL, CARBONELL y MICHALSKI, 1986; SCHANK, COLLINS y HUNTER, 1986; SHUELL, 1986; SIEGLER y KLAHR, 1982; VOSS, 1984). Estos esfuerzos han desembocado en una serie de teorías computacionales del aprendizaje que, si bien difieren entre sí en aspectos importantes, comparten un núcleo conceptual común (véase Cap. III). En esencia, todas ellas se basan en la posibilidad de reducir la semántica a reglas sintácticas. Por tanto, la adquisición de conceptos deberá también explicarse sintácticamente.

Pero, a partir de ese núcleo común, existen ciertas diferencias entre unas teorías y otras. Aquí no vamos a detenernos en analizar esas diferencias, como tampoco nos ocuparemos de todas las teorías. Unicamente señaleramos qué tipo de teorías, de entre las existentes, serán analizadas a continuación, de acuerdo con los intereses de este libro. Aunque comparten importantes puntos en común, algunas de las teorías computacionales se desarrollan en el ámbito de la Inteligencia Artificial (por ej., BOLC, 1987; MICHALSKI, CARBONELL y MITCHELL, 1986), mientras que otras tienen un origen psicológico (por ej., ANDERSON, 1983; HOLLAND y cols., 1986; RUMELHART y NORMAN, 1978). La diferencia reside en que, mientras la Inteligencia Artificial sólo se preocupa de que los sistemas funcionen, sin buscar su compatibilidad con los datos psicológicos, las otras teorías, respetando los límites de la metáfora computacional, intentan ser psicológicamente relevantes, adecuándose a los datos que se conocen sobre el procesamiento humano de información. Así, se intenta dotar a las teorías de una plausibilidad psicológica, proponiendo un procesamiento en paralelo en lugar de serial, una memoria de trabajo de capacidad limitada o un aprendizaje en tiempo real. Además se intenta que las teorías expliquen los datos psicológicos relevantes sobre el aprendizaje perceptivo (RUMELHART y ZIPSER, 1985), de destrezas (ANDERSON, 1982, 1983) o de conceptos (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979; ELIO y ANDERSON, 1981, 1984; HOLLAND y cols., 1986). Por último algunas teorías intentan incluso adecuarse a los datos conocidos sobre la neurofisiología humana (MCCLELLAND, RUMELHART, y grupo PDP, 1986).

Nuestra exposición se centrará obviamente en estas teorías computacionales de origen psicológico, que suelen caracterizarse por ser teorías generales del procesamiento en las que el aprendizaje es uno más de los procesos relevantes. De hecho, el aprendizaje suele ser el último de los procesos incorporados al sistema, ya que en muchos casos las teorías del aprendizaje surgen con el fin de validar un modelo de procesamiento estático (ANDERSON, 1987). Por ello, estas teorías suelen partir de un marco representacional, no siempre coincidente. Esto supone una ventaja, ya que, a diferencia de lo que sucedía en buena medida con las teorías analizadas en los capítulos anteriores, el aprendizaje se relaciona con el resto de los procesos psicológicos. Junto a su inclusión en una teoría más general, estas teorías suelen paradójicamente aplicarse a dominios de conocimiento específicos. Aquí nos ocuparemos tan sólo de las teorías aplicables a la adquisición de significados por un sistema de procesamiento, dejando a un lado otro tipo de teorías ocupadas, por ejemplo, en aprendizaje perceptivo (RUMELHART y ZIPSER, 1985) o en la adquisición de destrezas específicas (véase por ej., ANDERSON, 1981).

Dentro de las teorías del aprendizaje computacional psicológicamente relevantes que se ocupan de la adquisición de conceptos, presentaremos tan sólo tres de sus ejemplos más prototípicos, como son las teorías ACT* (*Adaptive Control of Thought*: Control Adaptativo del Pensamiento) de ANDERSON (1982, 1983), la teoría de los esquemas de RUMELHART y NORMAN (1978) y la recientemente formulada teoría de la inducción pragmática de HOLLAND y cols. (1986). Dejaremos a un lado otras teorías, como por ejemplo la teoría de la instrucción de GAGNE (1975, 1985) la teoría de la inducción pragmática de SCHANK, COLLINS y HUNTER (1986), las teorías "microestructurales" del aprendizaje (MCCLELLAND, RUMELHART y grupo PDP, 1986) u otras formulaciones de la teoría de los esquemas (véase por ej., BREWER y NAKAMURA, 1984; SIERRA, 1985). En cualquier caso, las teorías que analizamos a continuación recogen la mayor parte de los mecanismos del aprendizaje postulados en esas otras teorías.

Enfoque sintáctico: la teoría ACT de Anderson

El sistema computacional ACT desarrollado por John R. ANDERSON constituye posiblemente el más ambicioso y completo intento de elaborar una teoría psicológica general y unitaria desde los supuestos computacionales de la ciencia cognitiva. Ante todo, el ACT es una teoría unitaria del procesamiento de información, ya que la idea básica que subyace a la teoría es que «*todos los procesos cognitivos superiores, como memoria, lenguaje, solución de problemas, imágenes, deducción e inducción son manifestaciones diferentes de un mismo sistema subyacente*» (ANDERSON, 1983, pág. 1). Por tanto, los mecanismos de aprendizaje están en el ACT estrechamente relacionados con el resto de los procesos, especialmente con la forma en que se representa la información en el sistema.

En realidad, el ACT no es una teoría sino una familia de teorías que se suceden en el tiempo. A partir del sistema de memoria asociativa desarrollado por AN-

DERSON y BOWER (1973), ANDERSON (1976, 1983) ha ido elaborando versiones sucesivas de su propia teoría, acomodándola a los nuevos datos y convirtiéndola en una teoría capaz de enfrentarse a áreas experimentales cada vez más diversas. Las sucesivas versiones de la teoría han ido flexibilizando poco a poco el ACT, de forma que se adecuara más a los datos y a los conocimientos psicológicos actuales. La última versión de la teoría, el ACT* (ANDERSON, 1983), que, al igual que sus hermanas precedentes está totalmente traducida a un programa de computador, incorpora una teoría del aprendizaje que estaba ausente en formulaciones anteriores del ACT. Nuestra exposición estará basada en este último ACT*, si bien tendremos en cuenta también algunas correcciones que recientemente ANDERSON (1987) ha considerado conveniente introducir en su teoría del aprendizaje (para una comparación de las distintas versiones del ACT véase ANDERSON, 1983). Dado el carácter unitario de la teoría, antes de abordar los procesos de aprendizaje es necesario exponer los principios generales del ACT, aunque sea brevemente (para una exposición más extensa además de ANDERSON, 1983, véase DE VEGA, 1984).

ACT como teoría general

El ACT es un sistema de procesamiento compuesto por tres memorias relacionadas (véase Figura 6.1.): una memoria declarativa, una memoria de producciones y una memoria de trabajo. Además, el sistema consta de varios procesos (codificación, actuación, emparejamiento, ejecución, etc.) que requieren generalmente el uso de la memoria de trabajo. El «supuesto arquitectónico básico» del sistema, que le diferencia de otras teorías computacionales, es, no obstante, la existencia de dos tipos de memoria a largo plazo: una memoria *declarativa*, que contiene conocimiento descriptivo sobre el mundo, y una memoria *procedural* o

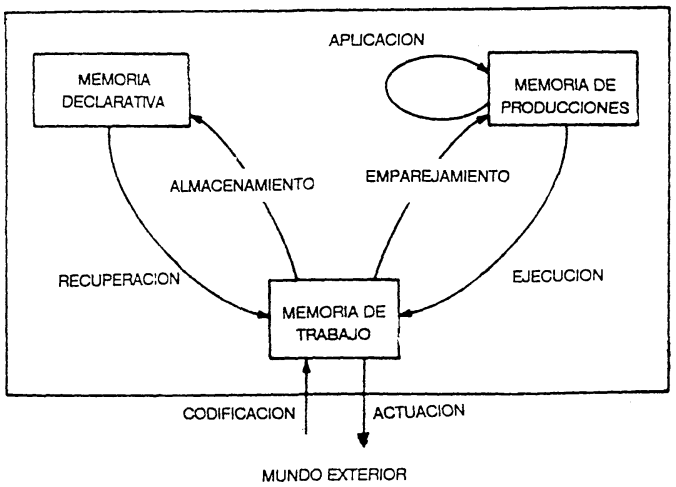


FIGURA 6.1. El marco general de procesamiento del ACT, incluyendo sus principales componentes estructurales y los procesos que los conectan, según Anderson (1983, pág. 19).

de producciones, que contiene información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema. Por tanto, esas dos memorias almacenan dos tipos distintos de conocimiento que se corresponden respectivamente con la distinticón filosófica (RYLE, 1949) entre el «saber qué» declarativo y el «saber cómo» procedural. Aunque el aprendizaje en el ACT es sobre todo procedural, es necesario conocer antes el funcionamiento de la memoria declarativa, ya que ambos tipos de conocimiento interactúan en la memoria de trabajo.

El conocimiento declarativo consiste en información sobre cómo está organizado el mundo y lo que en él sucede. Así, la frase «la noche está estrellada y tiritan azules los astros a lo lejos» declara algo sobre el mundo, pero no necesariamente implica una acción por parte del sistema. El conocimiento declarativo nunca desdencadena acciones sobre el mundo directamente sino que, como veremos, puede llegar a activar el conocimiento procedural responsable de esas acciones. La memoria declarativa está organizada en forma de red jerárquica (véase por ej., Figura 6.2.). En realidad, según ANDERSON (1983, pág. 25), tiene forma más bien de «jerarquía enmarañada». Como suele suceder en los modelos de memoria semántica, esa jerarquía se compone de «unidades cognitivas» o *nodos, y eslabones* entre esos nodos. En las primeras versiones del ACT (ANDERSON, 1976) esas unidades cognitivas estaban constituidas únicamente por proposiciones. Sin embargo, en su más reciente versión, ANDERSON (1983, cap. 2) distingue tres tipos de unidades cognitivas o nodos en la memoria declarativa, con propiedades diferenciadas: cadenas temporales, imágenes espaciales y proposiciones.

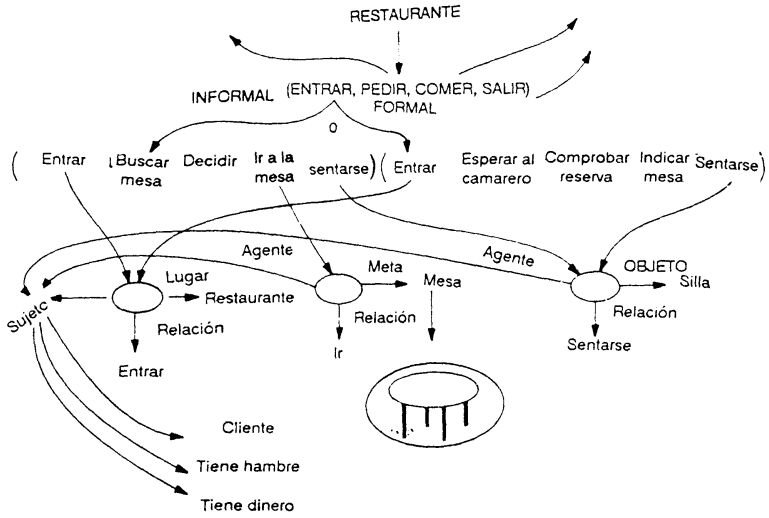


FIGURA 6.2. Ejemplo de «jerarquía enmarañada» del conocimiento necesario para «entrar a un restaurante», según Anderson (1983, pág. 25). Una conducta aparentemente tan simple requiere una red declarativa compuesta por diversas unidades cognitivas jerárquicamente ordenadas.

El conocimiento declarativo es estable y normalmente inactivo. Sólo los nodos que se hallan activados en la memoria de trabajo tendrán influencia sobre el conocimiento procedural. Por ello, el concepto de *activación* es central en el ACT,

como lo es en las teorías de la memoria semántica. La activación puede proceder bien de los estímulos externos o bien del propio sistema, como consecuencia de la ejecución de una acción. A diferencia de otras versiones anteriores, en las que la activación de un nodo era un proceso todo o nada, la última versión del ACT considera que el proceso de activación es continuo, por lo que un nodo puede estar más o menos activado. Sin embargo, como la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, el número de nodos que pueden estar activos simultáneamente en ella es también limitado. Los nodos que accederán a la memoria de trabajo y podrán tener influencia sobre el procesamiento serán aquellos que tengan una mayor fuerza de activación. La activación de un nodo depende de la frecuencia con que se use y de su emparejamiento o correspondencia con la información contenida en la memoria de trabajo. De esta forma, «*la activación cumple en el ACT la función de un heurístico asociativo relevante. Es decir, la activación mide lo estrechamente asociada que una pieza de información está con respecto a la información actualmente usada*» (ANDERSON, 1983, pág. 27).

Cada nodo tendría una fuerza asociada que sería básicamente función de su frecuencia de uso. Al ser limitada la memoria de trabajo (según ANDERSON, 1983, no admitiría más de diez nodos simultáneamente), los nodos más fuertes son los que tendrán más probabilidad de estar activos. Pero, dado que los nodos están conectados entre sí mediante eslabones, la activación de un nodo se propagará a través de la red jerárquica. Cuanto más fuerte sea un nodo, mayor será la cantidad de activación que propague. Cuando la fuente externa o interna de la activación desaparezca, ésta decaerá paulatinamente.

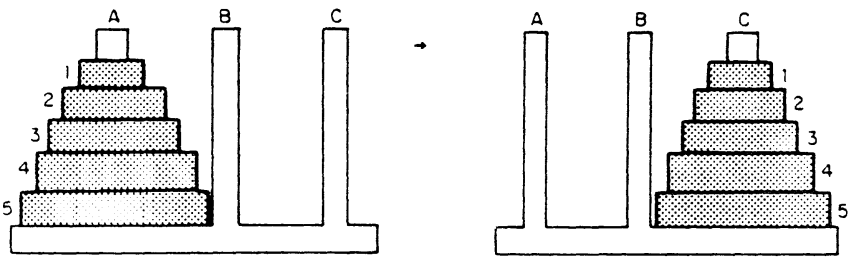
En definitiva, los conocimientos declarativos más frecuentemente usados serán los que tengan mayor probabilidad de estar activos en la memoria de trabajo. Esos conocimientos activos actúan sobre el conocimiento procedural. Si la memoria declarativa del ACT se asemeja a los modelos de memoria semántica, la memoria procedural se basa en los sistemas de producción desarrollados por NEWELL y SIMON (1972). La idea básica de estos sistemas es que el conocimiento se almacena en forma de *producciones* o pares *condición-acción*. Las producciones adoptan la forma de un condicional «si... entonces...». La primera parte de la producción es la condición mientras que la segunda refleja la acción que debe realizarse al satisfacerse la condición. Una ejemplo simple y un tanto trivial de producción sería el siguiente:

Condición: «si aparece un tigre»
Acción: «salir corriendo»

Cuando el conocimiento declarativo activo en la memoria de trabajo satisfaga o «se empareje» con la condición de una producción, se ejecutará inmediatamente la acción correspondiente. Así, si una forma rayada y con patas activa el nodo «tigre» en la memoria de trabajo, el sujeto saldrá corriendo automáticamente. Tanto la parte de la condición como la de la acción de una producción pueden contener más de un elemento. De hecho, lo más frecuente es que sea así. En el caso anterior, el «sistema» saldrá corriendo aunque esté presenciando una sesión de circo o el tigre esté disecado. Eso no sucedería si la condición fuera más compleja:

Condición: «si aparece un tigre
y está vivo
y no está encerrado»
Acción: «salir corriendo»

Además, las producciones no suelen almacenarse aisladamente. Para que el conocimiento que contiene sea eficaz, deben encadenarse unas a otras, de tal forma que la acción de una producción satisfaga la condición de la siguiente. De este modo, el conocimiento se convierte en procedimientos efectivos de acción. La Tabla 6.1. muestra un ejemplo de producciones encadenadas para la solución de un problema, en este caso el conocido problema de la Torre de Hanoi, representado en la Figura 6.3.



SITUACION INICIAL SITUACION-META

FIGURA 6.3. En el problema de la *Torre de Hanoi* hay tres pivotes (A, B y C) y cinco discos de diferentes tamaños, que tienen un agujero en el centro para poder insertarse en los pivotes. En la situación inicial (*a*), todos los discos están situados en el pivote A, formando una pirámide. Lo que debe hacer el sujeto, la *meta* de la *tarea*, es situar todos los discos en forma de pirámide en el pivote C, como muestra la figura *b*. Los discos sólo pueden moverse de uno en uno. Además, sólo pueden moverse los discos que no tengan otro disco encima y nunca puede ponerse un disco sobre otro más pequeño. La Tabla 6.1. recoge un sistema de producción diseñado para resolver este problema.

TABLA 6.1. *Sistema de producción para resolver el problema de la Torre de Hanoi (Anderson, 1983, págs. 158-159.)*

El sistema está compuesto por ocho reglas condición-acción (SI-ENTONCES). Tanto las condiciones como las acciones de las reglas suelen estar compuestas de varios elementos, es decir, son reglas bastante discriminativas. Las reglas son generales o abstractas, por lo que sirven para solucionar cualquier problema de Torre de Hanoi (incluido el de la Figura 6.3), independientemente del número de discos que contenga. Según Anderson (1983) las tres primeras reglas (P1, P2, P3) son suficientes para resolver cualquiera de esos problemas. En el caso concreto del problema de la Figura 6.3., la aplicación encadenada de las ocho reglas produciría la siguiente secuencia de submetas –y por tanto de acciones cuando se satisfagan las condiciones de la regla como consecuencia de la ejecución de una regla anterior– con el fin de alcanzar la meta final: mover el disco 1 al pivote C, el disco 2 al B, el 1 al B, el disco 3 al C, el 1 al A, la pirámide de B al C (lo cual requiere el establecimiento de nuevas submetas y la ejecución de varios movimientos), el disco 4 a B, la pirámide de C a B (nuevamente en varios movimientos), el disco 5 a C y finalmente, con varias acciones, la pirá-

mide de B a C, llegando a la situación *b* de la Figura 6.3. El sistema funciona automáticamente de forma que, cuando una submeta (condición) se satisface, «se dispara» la acción correspondiente, que a su vez satisface una nueva submeta, y así sucesivamente hasta alcanzar la meta final.

P1 SI la meta es transferir la pirámide N al pivote Z y la pirámide N consiste en el disco N
más la subpirámide N-1
y la pirámide N está en el pivote X
y el pivote Y no es X ni Z
ENTONCES establecer como submetas
1. Transferir la pirámide N-1 al pivote Y
2. Mover el disco N al pivote Z
3. Transferir la pirámide N-1 al disco Z

P2 SI la meta es transferir la pirámide N al disco Z
y la pirámide N es un solo disco
ENTONCES la meta es mover N a Z

P3 SI la meta es mover el disco N a Z
y el pivote Z no contiene discos menores que N
ENTONCES mover el disco N al pivote Z
y la meta se habrá satisfecho plenamente

P4 SI la meta final es resolver la Torre de Hanoi
y ninguna meta siguiente puede recuperarse
y el disco N no es el disco más grande fuera del pivote meta
ENTONCES establecer como meta siguiente mover el disco N al pivote meta

P5 SI la meta es mover el disco N al pivote Z
y no hay discos más pequeños en el pivote Z
y el disco más grande sobre N es M
y el disco N está en el pivote X
y el pivote Y no es X ni Z
ENTONCES establecer como submetas
1. Mover el disco M al pivote Y
2. Mover el disco N al pivote Z

P6 SI la meta es mover el disco N al pivote Z
y el disco más grande en Z es M
y N es más grande que M
y el disco más grande sobre N es L
y L es más grande que M
y N está en el pivote X
y el pivote Y no es X ni Z
ENTONCES establecer como submetas
1. Mover el disco L al pivote Y
2. Mover el disco N al pivote Z

P7 SI la meta es mover el disco N al pivote Z
y el disco más grande en Z es M
y N es más grande que M
y el disco N no está cubierto por otro
y el disco N está en el pivote X
y el pivote Y no es X ni Z
ENTONCES establecer como submetas
1. Mover el disco M al pivote Z
2. Mover el disco N al pivote Z

P8 SI la meta es mover el disco N al pivote Z
y el disco más grande en Z es M
y N es más grande que M
y el disco más grande en N es L
y M es más grande que L
y N está en el pivote X
y el pivote Y no es X ni Z
ENTONCES establecer como submetas
1. Mover el disco M al pivote Y
2. Mover el dlsco N al pivote Z

Puede suceder que la información existente en la memoria de trabajo no satisfaga plenamente la condición de ninguna producción. En ese caso, según el último modelo del ACT, y a diferencia de los anteriores, podrán activarse aquellas producciones cuyas condiciones estén parcialmente satisfechas. Por ejemplo, si nos encontramos un tigre tumbado en una acera, aunque no sepamos si está muerto o durmiendo, probablemente será una condición suficiente para salir corriendo. Tanto en el caso de emparejamiento parcial como total, las producciones existentes en la memoria procedural, al igual que sucede con los nodos declarativos, compiten entre sí por ser activadas. Cuanto más frecuentemente se active una producción, mayor será su fuerza asociada. La producciones más fuertes se activan más rápidamente, por lo que tienen más probabilidad de ser activadas de nuevo.

En cualquier caso, el aumento o descenso de la fuerza de una producción es uno de los mecanismos de aprendizaje que posee el ACT. Pero ¿cómo se forman las producciones? Hasta ahora hemos analizado un sistema estático, dotado tanto de conocimientos declarativos como procedurales. Para que el sistema sea psicológicamente realista es necesario que disponga de mecanismos para adquirir esos conocimientos. En la última versión del ACT, ANDERSON, (1983) ha elaborado una teoría del aprendizaje compatible con aquél.

Mecanismos de aprendizaje en el ACT

ANDERSON (1982, 1983) propone una teoría del aprendizaje basada en tres estadios sucesivos. Toda destreza o concepto adquirido pasaría por tres fases: interpretación declarativa, compilación y ajuste (ver Tabla 6.2). Dado que la teoría es en esencia una teoría de aprendizaje procedural o «por la acción» está enfocada preferentemente hacia la adquisición de destrezas. Pero éstas deben entenderse en un sentido amplio, abarcando no sólo habilidades motoras sino también destrezas en la solución de problemas y toma de decisiciones e incluso procesos de categorización y formación de conceptos (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979, 1980).

Según ANDERSON (1983) existe una cierta paradoja en el ACT: una producción sólo se creará cuando haya sido ejecutada con éxito, pero al mismo tiempo sólo se pueden ejecutar producciones que ya existan en el sistema, cuyas condiciones puedan ser satisfechas por el conocimiento declarativo activado en la memoria de trabajo. Esta «paradoja del aprendizaje», que aqueja no sólo al ACT sino, como veremos más adelante, a casi todas las teorías, (también BEREITER, 1985; PASCUAL-LEONE y GOODMAN, 1979), se resuelve, según ANDERSON (1982, 1983), postulando que todo aprendizaje comienza con una *fase declarativa* o interpretativa. Es decir, la información que recibe el sistema es codificada en la memoria declarativa dentro de una red de nodos. Los mecanismos mediante los que se forma esa representación declarativa en ACT no son muy precisos. Supuestamente, cuando el sistema recibe las instrucciones para la solución de un problema o, en el caso de la formación de conceptos, información sobre la categorización de un objeto (por

ej., la madre que dice a su hijo «mira, un perro»), se forma una copia en la memoria declarativa de esa información: «*si se crea en la memoria de trabajo una unidad cognitiva temporal, hay una probabilidad* p *de que se cree una copia de la misma en la memoria declarativa a largo plazo*» (ANDERSON, 1983, pág. 30). Esta reprentación declarativa, que nace con una fuerza igual a uno, aumentará su probabilidad de ser activada a medida que vaya siendo usada.

TABLA 6.2. *Un esquema de la teoría del aprendizaje de Anderson (explicación en el texto).*

FASES DEL APRENDIZAJE	PROCESOS	RESULTADOS	MECANISMO	CONDICIONES
DECLARACION	Interpretación por procedimientos de solución de problemas o analogías	Formación de redes de nodos declarativos	Copia de unidades cognitivas temporales en la memoria declarativa	No se especifican
COMPILACION	Proceduralización	Formación de producciones	Transformación de los nodos declarativos en producciones	Práctica con el conocimiento declarativo
	Composición	Fusión de varias producciones en una sola producción	Encadenamiento de producciones por asociación	Contigüidad (temporal o lógica) y repetición
AJUSTE	Generalización	Aumento del campo de activación de una producción	Sustitución de constantes por variables en la condición	Restricciones en tiempo de búsqueda, novedad de producción y porcentaje de cambio
	Discriminación	Restricción del campo de activación de una producción	Búsqueda aleatoria y modificaciones en la condición o en la acción	Disponer de casos de aplicación correcta e incorrecta de la producción
	Fortalecimiento	Mayor rapidez y eficacia de emparejamiento	Adecuación de la fuerza de activación al éxito de la producción	Práctica y éxito

Pero, aunque es bastante flexible, el conocimiento declarativo es computacionalmente costoso, debido a las limitaciones de la memoria de trabajo. Ello puede conducir a errores como consecuencia de una sobrecarga de ésta. Por ello, la automatización de ese conocimiento aumentará la eficacia del sistema, ya que hará posible un procesamiento en paralelo sin sobrecargar la memoria de trabajo. Esa automatización se logra en el segundo estadio del aprendizaje, mediante la

compilación o transformación del conocimiento declarativo en procedural. Según ANDERSON (1987) la compilación es el mecanismo básico de aprendizaje en el ACT. Implica dos subprocesos. La *proceduralización* hace que se elaboren versiones procedurales del conocimiento declarativo. La información contenida en los nodos activados en la memoria de trabajo se traduce a producciones. Esta proceduralización produce cambios cualitativos en el conocimiento ya que permite que éste se aplique de modo automático, con rapidez y sin demanda de memoria (el sujeto ya no necesita repasar verbalmente el conocimiento declarativo: su destreza se ha automatizado). Cuando un conocimiento declarativo se transforma en producciones, no necesariamente se pierden los nodos declarativos originales. Como ha reconocido el propio ANDERSON (1983), este proceso tiene muchos rasgos en común con la automatización de SHIFFRIN y SCHNEIDER (1977, 1984). Este proceso se ve completado por un segundo mecanismo, la *composición*, por la que una secuencia de producciones (o traducciones de declaraciones) se funde en una sola producción. En otras palabras, aquellas producciones que ocurren frencuentemente tienden a «compilarse» en una sola producción. En un principio (NEVES y ANDERSON, 1981), la composición se basaba en la contigüidad temporal entre las producciones, es decir, aquellas producciones que se ejecutaban de forma sucesiva acababan componiéndose en una sola producción. Sin embargo, posteriormente ANDERSON (1982), ha observado que la contigüidad temporal puede conducir a composiciones absurdas o poco eficaces entre producciones, por lo que defiende como condición para la composición de la existencia de lo que él denomina una «contigüidad lógica» entre las producciones, regida por criterios de semejanza en sus metas.

Pero el aprendizaje no concluye con la compilación. Una vez formadas las producciones, éstas serán sometidas, como consecuencia de la práctica, a procesos de *ajuste*, que constituyen el tercer estadio del aprendizaje. El ajuste se logra mediante tres mecanismos automáticos: generalización, discriminación y fortalecimiento (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1980). La *generalización* de una producción consiste en incrementar su rango de aplicación. Esto puede conseguirse sustituyendo valores constantes en las condiciones de la producción por variables. El ACT requiere sólo dos ejemplos para llegar a una generalización. Esta se basará en la semejanza entre las condiciones o las acciones de dos producciones. Los mecanismos por los que se computa esa semejanza no están muy claros. ANDERSON (1983) sugiere que están basados en el solapamiento entre las condiciones de dos producciones. Cuando dos producciones tienen condiciones comunes tenderán a generalizarse. Sin embargo esto conduce, en muchos casos, a generalizaciones «espúreas» o ineficaces. Es necesario poner límites a la generalización en el ACT. Para ello, ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1979, 1980) han impuesto ciertas restricciones de carácter sintáctico al modelo inicial de «fuerza bruta», que generalizaba siempre que era lógicamente posible. Así, proponen que sólo se intentan generalizaciones cuando se ha formado una producción nueva y, aun así, que en ningún caso se producen generalizaciones que exijan sustituir por variables más de la mitad de las constantes de la condición más pequeña de entre las producciones comparadas. Es decir, que existiría un límite en la pro-

porción de constantes que pueden sustituirse por variables. Además, el tiempo que el sistema dedica a buscar generalizaciones es también limitado.

Pero estas restricciones siguen siendo insuficientes, pudiéndose producir aún sobregeneralizaciones. Por ello, se propone un segundo mecanismo de ajuste de las producciones, la *discriminación*, cuya función es, al contrario de la generalización, restringir el ámbito de aplicación de una producción. Para que se realice una discriminación es necesario que el sistema disponga de casos de aplicación correcta e incorrecta de la producción, siendo medida la corrección por la adecuación de la producción a las metas propuestas. Un algoritmo busca y compara los valores de las variables en las aplicaciones correctas de una producción. Una vez localizadas esas variables, el sistema elige una de ellas al azar como base para la discriminación. Se trata, por tanto, de un proceso de búsqueda aleatoria en la memoria procedural (ANDERSON, BEASLEY y KLINE, 1980). Hay dos tipos de discriminación: de *acción* cuando produce la aparición de una nueva acción y de *condición*, cuando restringe las condiciones bajo las que se ejecuta una acción ya presente en el sistema de producciones. En este último caso, la discriminación puede producirse tanto sustituyendo una variable por una constante como añadiendo nuevas cláusulas a la condición de la producción.

Ni la generalización ni la discriminación eliminan las producciones originales. Unicamente generan nuevas producciones que compiten con aquéllas. Los procesos de ajuste se completan con un mecanismo de *fortalecimiento* de las producciones, según el cual las producciones más fuertes emparejan sus condiciones más rápidamente con la información contenida en la memoria de trabajo y tienen más probabilidad de ser usadas. Los mecanismos de fortalecimiento de las producciones son muy similares a los descritos en el apartado anterior en relación con la activación de nodos declarativos. Al igual que sucedía con los nodos, la fuerza de una producción determina la cantidad de activación que recibe en relación con otras producciones. Cuando se crea una producción, sea por compilación o por ajuste de otras producciones, nace con una fuerza igual a uno. Cada vez que la producción se aplica con éxito incrementa su fuerza en otra unidad. Cuando se aplica incorrectamente pierde el 25% de su fuerza. ANDERSON (1983) reconoce que estos valores son un tanto arbitrarios, pero destaca la importancia de la relación, que hace que sea mayor el impacto de los castigos que el de los premios sobre la fuerza de una producción. Sin embargo, hay un rasgo importante en los mecanismos de fortalecimiento del ACT. Cuando el sistema carece de información sobre la corrección con que ha sido aplicada una producción se computa, por defecto, como una aplicación correcta. De esta forma, la simple práctica o uso de una producción, aunque se carezca de información sobre su correción, fortalece la producción. Aunque ésta no cambia como consecuencia de la mera práctica, su ejecución se hace más rápida. Por último, al igual que sucediera con los nodos declarativos, la activación se propaga de una producción a otras similares. La fuerza ganada por una producción se aplica también a todas sus generalizaciones.

Aplicación del ACT a la formación de conceptos

Como hemos señalado, la teoría del aprendizaje basada en el ACT está orientada fundamentalmente a la adquisición de destrezas (ANDERSON, 1982). De hecho, pueden encontrarse con facilidad muchos ejemplos en que el adiestramiento en una tarea responde a los tres estadios mencionados. Pensemos en una persona que está aprendiendo a conducir. El instructor de la autoescuela le describe verbalmente cómo tiene que realizar el cambio de marchas. Al principio el aprendiz debe verbalizar e intentar recordar de manera deliberada cada una de las acciones y el orden en que ha de ejecutarlas: levantar el pie del acelerador, pisar el embrague, mover la palanca de cambios, soltar suavemente el embrague y acelerar de nuevo. Cada una de estas acciones requiere toda la atención de esa persona. No puede realizar ninguna otra acción a la vez que ejecuta esa secuencia. En términos del ACT, el aprendizaje se halla en el estadio declarativo. Los cambios de marchas son en esta fase bruscos, deliberados o conscientes y generalmente poco diestros, pudiendo olvidarse algún paso de la secuencia o realizarlos en un orden inadecuado. Pero, como consecuencia de la práctica continuada, el conocimiento declarativo se va proceduralizando, las acciones se van haciendo automáticas. Además se van fundiendo en una misma secuencia. Las producciones que se van formando a partir del conocimiento declarativo se componen y automatizan. Nos hallamos en el estadio de la compilación. Las acciones dejan de ser deliberadas y pasan a constituir una sola acción. Las acciones se ajecutan con tal rapidez que «el cambio de marchas» es para el conductor un poco avezado una única acción, que además no le impide realizar otras acciones a la vez (mirar un coche detenido en el arcén, tararear una canción, pensar en el próximo examen, etc.). Al estar compilada la secuencia de producciones, no gasta recursos de la memoria de trabajo. A partir de aquí, suponemos que con el carné de conducir en el bolsillo, esa persona seguirá ajustando la ejecución del cambio de marchas mediante procesos automáticos de forma que la secuencia se realiza cada vez con más precisión. Este aprendizaje por ajuste no termina nunca. Basta con cambiar de coche para tener que iniciar nuevamente el ajuste de las producciones que componen la destreza de «cambiar de marcha».

Pero el aprendizaje procedural del ACT no sólo es aplicable a este tipo de destrezas motoras relativamente simples. ANDERSON (1983) incluye también, como destrezas que se aprenden por esos mismos mecanismos, otro tipo de habilidades más complejas como la toma de decisiones, la solución de problemas matemáticos o la generación del lenguaje. Imaginemos, por ejemplo, a una persona aficionada al ajedrez. Al principio, cada una de sus jugadas constituye una «unidad cognitiva» aislada, que exige toda su atención. Sin embargo, los grandes jugadores se caracterizan por tener automatizadas o compiladas secuencias enteras de jugadas que ejecutan con gran rapidez (CHASE y SIMON, 1973). Las primeras diez jugadas de una partida entre Karpov y Kasparov pueden durar cinco o diez minutos. Las «aperturas» consisten en producciones compiladas cuyas variantes están también automatizadas. Los grandes maestros no tienen que pensar duran-

te la apertura sobre cada jugada, únicamente deben decidir qué secuencia de producciones –la defensa india de rey, la defensa siciliana o el gambito Salvio– van a seguir. Algo similar sucede con los expertos en otros dominios, como la solución de problemas matemáticos, el diagnóstico médico o el macramé.

Al aplicarse a la adquisición de este tipo de destrezas complejas, el ACT puede también considerarse una teoría del aprendizaje de conceptos. La secuencia de producciones identificada como «defensa india de rey» constituye un concepto y cumple las funciones de un concepto, reseñadas al comienzo del Capítulo IV. Ninguna destreza compleja puede efectuarse sin la intervención de un concepto. De hecho, la teoría ACT ha sido aplicada en diversas ocasiones a la formación de conceptos (por ej., ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979; ELIO y ANDERSON, 1981, 1984; LEWIS y ANDERSON, 1985; RICHARDS y GOLDFARB, 1986). ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1979, págs. 293-294) describen así el proceso de categorización realizado por el ACT: «*Para cada instancia presentada, el ACT designa una producción que reconoce y/o categoriza esa instancia. Las generalizaciones se producirán mediante la comparación de pares de esas producciones. Si se proporciona información sobre la corrección de esas generalizaciones, puede realizarse el proceso de discriminación. Nuestra definición operativa de un concepto será la de esa serie de designaciones, generalizaciones y discriminaciones*». Los procesos que darían cuenta de la formación de conceptos serían, sobre todo, la generalización y la discriminación, ya que la compilación y el fortalecimiento mejoran la eficacia de una producción pero no dan lugar a cambios en las producciones (ANDERSON, 1987). Por ello la teoría ACT del aprendizaje de conceptos es estrictamente inductiva. Sus mecanismos inductivos, similares a los propuestos en diversas teorías basadas en la inteligencia artifical, son tan sólo sintácticos, ya que «*sólo atienden a la forma de la regla y a la forma de los contextos en que ésta tiene éxito o fracasa. No hay ningún intento de utilizar el conocimiento semántico sobre el contexto para influir en las reglas que se forman. Una consecuencia de este rasgo en la teoría ACT es que la generalización y la discriminación se consideran procesos automáticos, no sujetos a influencias estratégicas ni a control consciente*» (ANDERSON, 1987, pág. 205). Dicho en otras palabras, los conceptos son conocimiento compilado y se adquieren por generalización y discriminación a partir de las primeras producciones formadas (véase Tabla 6.2.).

ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1979; también ELIO y ANDERSON, 1981, 1984) han comparado su teoría del aprendizaje de conceptos con algunas de las teorías de la formación de conceptos naturales que hemos revisado en el capítulo anterior. Concretamente, comparan el ACT tanto con las teorías de abstracción de prototipos como con las teorías del ejemplar. ELIO y ANDERSON (1981) sitúan el ACT como una variante de las teorías de frecuencia de rasgos, ya que se basa en procesos de generalización a partir de la comparación de rasgos o condiciones de las producciones, pero, a diferencia de otros modelos, usa preferentemente la información sobre la coocurrencia de rasgos. Los propios autores (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979) reconocen la dificultad para diferenciar las predicciones de su teoría de las que hacen los demás modelos. Sin embargo, cuando estas predicciones diferenciadas pueden realizarse, el ACT se muestra capaz de simular muchos de

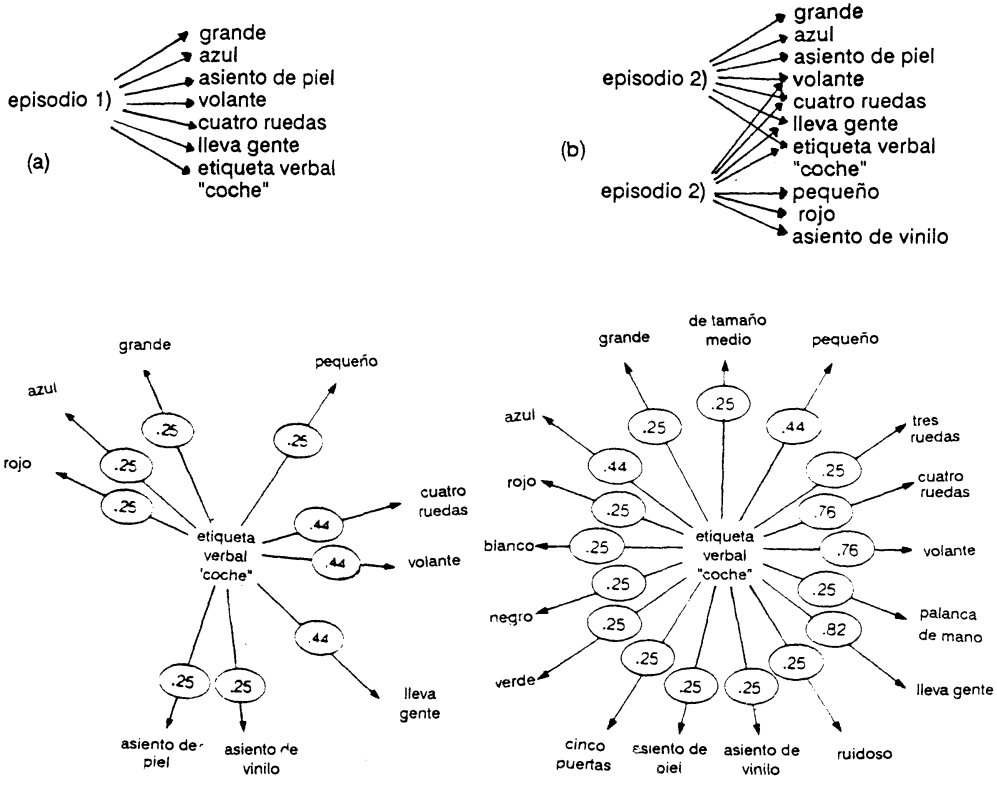
los fenómenos empíricos observados en la formación de categorías naturales, tanto los que apoyan a las teorías del ejemplar (MEDIN y SCHAFFER, 1978) como los que sustentan a las teorías de la abstracción de prototipos (HAYES-ROTH y HAYES-ROTH, 1977; ROSCH, 1975). Además, en experimentos diseñados expresamente para diferenciar entre estas teorías, ELIO y ANDERSON (1981) comprobaron que la actuación de sus sujetos universitarios era, salvo en ciertos detalles, más acorde con el ACT. Ello le permite a ANDERSON (1983, pág. 255) afirmar que «*los mecanismos de aprendizaje del ACT se han mostrado superiores a los mecanismos que almacenan correlaciones entre rasgos individuales y categorías (en lugar de correlaciones entre combinaciones de rasgos y categorías), a los mecanismos que forman un solo prototipo de la categoría (en lugar de múltiples producciones que describen diferentes tipos de miembros de la categoría) o a los mecanismos que almacenan únicamente instancias individuales (en lugar de generalizaciones que resumen muchas instancias)*».

Más recientemente, RICHARDS y GOLDFARB (1986) han elaborado un modelo de desarrollo conceptual parcialmente basado en el ACT. En realidad, su modelo, denominado «modelo de memoria episódica del desarrollo conceptual» intenta integrar el ACT de ANDERSON (1983) con la teoría episódica del desarrollo conceptual de NELSON (1978, 1983). Según esta teoría, vinculada a las teorías del esquema que trataremos unas páginas más adelante, un solo encuentro con un ejemplar basta para formar un prototipo. Cuando más adelante se encuentra otro ejemplar, activa la representación episódica y crea lazos asociativos entre ambos nodos. De esta forma, la probabilidad de que esos nodos se activen juntos aumenta. Según RICHARDS y GOLDFARB (1986) un concepto consiste «*en una serie de rasgos que se vuelven activos simultáneamente*».

En contra de las posiciones recientes de TULVING (1983) con respecto a las relaciones entre memoria episódica y semántica, RICHARDS y GOLDFARB (1986) consideran que es la memoria episódica la que da lugar al conocimiento semántico y no al revés. El proceso mediante el que esto se realiza no es otro que la aplicación de los mecanismos de activación y ajuste del ACT. Así, por ejemplo, RICHARDS y GOLDFARB (1986) describen cómo adquiere un niño el concepto «coche» según su modelo (Figura 6.4). El primer ejemplar de coche al que se enfrenta ese niño cuando va de paseo con su madre tiene una serie de rasgos que son almacenados en la memoria. Cuando su madre le señala un segundo coche procesa también sus rasgos y los compara con los del «episodio» anterior. Aquellos rasgos comunes a los dos episodios tienen más probabilidades de asociarse a la etiqueta verbal. Esos rasgos comunes, al fortalecerse, pueden llegar a activarse de manera independiente a los demás rasgos. En el futuro se seguirán fortaleciendo y activando mutuamente.

RICHARDS y GOLDFARB (1986) aplican su modelo basado en el ACT a otros fenómenos distintos de los analizados por ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1979). Así, según los autores, su modelo explicaría algunos de los resultados recientes que han puesto en duda la universalidad de las teorías probabilísticas analizadas en el capítulo anterior, apoyando la existencia de modelos duales de la categorización. Así, los efectos de tipicidad observados en conceptos bien definidos por GLEIT-

MAN, ARMSTRONG y GLEITMAN (1983) se deberían a que los rasgos comunes a todos los episodios constituyen el núcleo definitorio del concepto, mientras que aquellos otros rasgos más frecuentes, pero no presentes en todos los episodios, serían característicos o meramente probabilísticos. De la misma forma explican RICHARDS y GOLDFARB (1986) el cambio evolutivo observado por KEIL (1986, 1987) de las características a la definición. Los rasgos centrales, comunes a todos los episodios, se irían fortaleciendo progresivamente y serían más fáciles de activar y de recuperar.



(c) Probabilidad de recuperar ciertos rasgos como característicos de la categoría "coche" tras dos episodios

(d) Probabilidad de recuperar ciertos rasgos como característicos de la categoría "coche" tras seis episodios

FIGURA 6.4. Proceso de adquisición del concepto «coche» según el modelo episódico del desarrollo conceptual de Richards y Goldfarb (1986). Tras subir a un primer coche (episodio 1; Fig. a) el niño toma como atributos que definen a un «coche» las características de ese primer coche. Tras el segundo episodio (Fig. b) algunos rasgos son comunes a ambos «estímulos coche». Esos rasgos comunes tendrán mayor probabilidad de ser asociados en la memoria con la etiqueta verbal «coche» (Fig. c). Tras varios «episodios» más de categorización de objetos como coches, las probabilidades de recuperación de rasgos asociados a la etiqueta «coche» habrán sufrido algunas variaciones (Fig. d) existiendo algunos rasgos centrales a la categoría (por ej., tiene cuatro ruedas y volante, lleva gente) y otros periféricos (color, tamaño, etc.).

De esta forma, la adaptación de la teoría ACT realizada por RICHARDS y GOLDFARB (1986) mediante su modelo de memoria episódica, consistente en realidad en un modelo mixto de ejemplar más prototipo como el sugerido por SMITH y MEDIN (1981), va más allá del propio ACT. Sin embargo, tales aventuras parecen excesivas para la endeblez del modelo. Es discutible que supere al propio ACT, una de cuyas mayores virtudes, la precisión de sus predicciones, está ausente en el modelo de memoria episódica. Pero, en cualquier caso, tanto el ACT como el modelo de memoria episódica derivado pretenden ser teorías generales y unitarias del aprendizaje. Ello les obliga a ir más allá de las teorías revisadas en capítulos anteriores, que eran insuficientes para explicar el aprendizaje de conceptos. Al hacer una valoración del ACT es preciso comparar sus mecanismos de aprendizaje con los propuestos por las teorías anteriores para comprobar si pueden superar los límites que éstas tenían.

El ACT y «el escándalo de la inducción»

El ACT nace con voluntad de constituirse en una teoría general del aprendizaje, algo que pocos autores se habían atrevido a ofrecer desde los gloriosos tiempos del neoconductismo: «*El ACT incorpora la tesis sumamente poderosa de que un único conjunto de procesos de aprendizaje subyace a toda la gama del aprendizaje humano, desde los niños que aprenden su primer lenguaje oyendo hablar a los adultos, hasta los adultos que aprenden a programar un computador leyendo las instrucciones de un manual*» (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979, pág. 278). Estos propósitos generales comunes al conductismo y al ACT no son fruto de una casualidad. El ACT es, sin duda, un ejemplar prototípico del *asociacionismo computacional* al que hacíamos referencia en el Capítulo III. Existen claras convergencias teóricas entre el ACT y el conductismo, como consecuencia de sus supuestos asociacionistas comunes. El propio ANDERSON no tiene ningún problema en reconocerlo. Así, destaca la semejanza conceptual entre las asociaciones E-R y las producciones condición-acción: «*Los sistemas de producción pueden concebirse como teorías E-R 'cognitivas', a pesar de la contradicción en las connotaciones de esos términos*» (ANDERSON, 1983, pág. 6). Como vimos en la Primera Parte de este libro tal contradicción es más aparente que real.

El carácter asociacionista del ACT no se agota en la representación mediante sistemas de producción, sino que alcanza, sobre todo, a su teoría del aprendizaje. Los tres estadios del aprendizaje en el ACT recurren a mecanismos exclusivamente asociativos. Así, vimos que la designación o formación de una representación declarativa en el estadio de interpretación consiste, de acuerdo con el principio de correspondencia, en la elaboración de una copia o réplica exacta del *input*. En cuanto al segundo estadio, el mecanismo de compilación es una versión actualizada de las teorías de la contigüidad (ANDERSON, 1987). La combinación de producciones se basa en la contigüidad temporal o «lógica» entre éstas. Los mecanismos de ajuste también son exclusivamente asociativos. Los métodos inductivos de generalización y discriminación no difieren mucho de las teorías conduc-

tistas de la formación de conceptos por discriminación. El propio ANDERSON (1982) admite que las predicciones del ACT se aproximan más a las teorías conductistas de la continuidad que a las teorías de la discontinuidad basadas en la comprobación de hipótesis (véase Cap. IV). Asimismo, ANDERSON (1982) considera que los procesos de generalización en ACT son similares a los postulados en las teorías del muestreo de estímulos (ESTES, 1960; también KINTSCH, 1970). Por último, son obvias las semejanzas entre el fortalecimiento de los nodos y las producciones mediante los procesos de activación y las predicciones conductistas sobre la influencia de la práctica en el aprendizaje. Al igual que sucede con otras teorías computacionales del aprendizaje (ROSENBLOOM y NEWELL, 1987), el ACT parece aprender de forma muy parecida a los gatos encerrados en cajas trucadas por THORNDIKE (1911). Aunque las predicciones del ACT difieren en algunos aspectos de la «ley del ejercicio», ya que el ACT es sensible al castigo y puede mejorar su rendimiento incluso en ausencia de refuerzo (ANDERSON, 1983), la importancia de la fuerza asociativa como consecuencia de la práctica en el ACT es comparable a la que este mismo mecanismo tiene tanto en el conexionismo como en el conductismo.

Pero estas semejanzas entre el ACT y otras teorías asociacionistas no deben ocultar la existencia de algunas diferencias importantes. Ante todo, el ACT, en su calidad de dispositivo computacional, tiene una potencia asociativa muy superior a la de cualquier teoría conductista. Ello permite sutiles diferencias en los procesos de generalización y discriminación (ANDERSON, 1982). Pero, sobre todo, permite llevar el principio asociacionista de correspondencia entre las representaciones y los *inputs* hasta sus últimas consecuencias. Como reconocen ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1980), el ACT no es sólo una teoría basada en la fuerza asociativa sino sobre todo una teoría «de fuerza bruta». Aunque también es algo más. Se trata posiblemente junto con los recientes intentos neoconexlonistas de RUMELHART, MCCLELLAND y grupo PDP (1986) del intento más completo y sistemático de elaborar una teoría asociacionista del conocimiento y el aprendizaje humano. En el ACT las formalizaciones sintácticas del asociacionismo alcanzan su máxima precisión, lo que permite la contínua reelaboración de la teoría en sus sucesivas versiones. El ACT no sólo es una teoría potente sino también coherente y precisa. El problema es que este acopio de virtudes no puede ocultar la propia debilidad básica de la teoría asociacionista del aprendizaje subyacente. Un repaso de los mecanismos del aprendizaje en el ACT revela una total incapacidad para explicar la aparición de conocimientos *auténticamente nuevos* (PASCUAL-LEONE, 1980). ANDERSON (1987) clasifica los mecanismos de aprendizaje del ACT en dos grupos: los que aumentan la eficacia del sistema pero no cambian sus producciones (compilación y fortalecimiento) y los que modifican realmente esas producciones (generalización y discriminación). Por consiguiente, la generación de nuevos conocimientos o destrezas en ACT se produciría por medio de la inducción. Pero se recordará que las teorías de la inducción o abstracción vienen desde hace siglos enfrentándose al problema de las restricciones en el proceso inductivo, al que algunos han llegado a denominar «el escándalo de la fisolofía». Al llevar la posición asociacionista a su máxima expresión, ANDERSON consigue que ese escándalo

sea aún más notorio. Aunque es consciente de que son necesarias esas restricciones, los mecanismos que dispone para imponerlas son exclusivamente *sintácticos* y no semánticos. En otras palabras, la inducción se realiza según criterios formales o si se prefiere lógicos. Como el extraterrestre enfrentado al censo de los Estados Unidos en el ejemplo de PEIRCE, el ACT se enfrenta al mundo dotado de una considerable «fuerza bruta» computacional que malgasta a manos llenas en generalizaciones y discriminaciones formalmente correctas pero no siempre útiles.

De esta forma, los procesos inductivos del ACT pueden explicar el aprendizaje a pequeña escala, pero no son mecanismos explicativos de largo alcance. A partir de un conocimiento inicial, representado por sus sistemas de producción, el ACT puede modificar muy poco ese conocimiento, generalizando y discriminando sus producciones por mecanismos parcialmente aleatorios. Pero ¿de dónde procede ese concocimiento incicial? Es difícil llegar desde la «tabula rasa» al nivel de experto en un dominio mediante inducciones no restringidas. De iniciarse ese viaje con tan escaso motor, conduciría a cualquier sitio menos a la pericia de un experto. Sólo si suponemos una serie de conocimientos iniciales en el ACT, los mecanismos inductivos tienen algún poder explicativo. Esto parece ser reconocido por ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1980) cuando señalan que el único mecanismo que proporciona al sistema conocimientos auténticamente nuevos es la designación de nuevos conocimientos declarativos. Pero, como sabemos, ese mecanismo consiste en copiar un conocimiento que está «ahí fuera». En realidad, aunque ANDERSON no lo diga con esta claridad, el único conocimiento auténticamente nuevo en el ACT se introduce a través del teclado del computador. Tal vez por ello los más recientes esfuerzos de ANDERSON con respecto al aprendizaje están dirigidos a estudiar el proceso mediante el que una persona aprende a programar un ordenador (por ej., ANDERSON, FARRELL y SAUERS, 1984; ANDERSON, PIROLLI y FARRELL, 1988).

Puede que lo más interesante del ACT como teoría del aprendizaje no sea cómo aprende el propio ACT sino cómo ha ido cambiando el pensamiento del propio ANDERSON en las sucesivas versiones de la teoría ACT, cuya evolución no parece haber acabado aún a juzgar por las críticas que ANDERSON (1986, 1987) hace a su propia teoría. En estos trabajos dicho autor reconoce la insuficiencia de los mecanismos inductivos automáticos del ACT como procesos del aprendizaje. Según ha podido comprobar en sus propias investigaciones, y en contra de las predicciones del ACT, la generalización está sometida por parte del sujeto no sólo a control estratégico (ELIO y ANDERSON, 1984), sino también a control consciente (LEWIS y ANDERSON, 1985). Ambos resultados ponen en duda el carácter compilado de los mecanismos de ajuste y obliga a profundas reformulaciones de la teoría que por ahora no han hecho más que iniciarse. Esas reformulaciones parecen dirigirse hacia la introducción de componentes semánticos en el ACT (ANDERSON, 1986).

Esta introducción de la semántica en las teorías computacionales ha sido intentada ya con anterioridad por otros autores. Tal vez uno de los ejemplos más claros de ello sean las teorías agrupadas en torno a la noción de *esquemas*.

Enfoque semántico: la teoría de los esquemas

El concepto de *esquema* tiene una larga tradición no sólo en la psicología, donde se remonta a BARTLETT (1982) y PIAGET (1936) sino en la propia filosofía, en la que fuera usado por KANT (1781). Esta tradición remite a un pasado racionalista y constructivista. Esos orígenes condenaron a los esquemas a la clandestinidad durante la larga glaciación conductista en el estudio de los procesos superiores. Recientemente los esquemas han sido recuperados por la psicología cognitiva actual, si bien el concepto moderno de esquema difiere en algunos puntos de su viejo antepasado. El nuevo concepto de esquema tiene un origen computacional. Más concretamente, el concepto de esquema ha sido recuperado en el marco de los estudios sobre Inteligencia Artificial. Diversos autores (por ej., MINSKY, 1975; SCHANK y ABELSON, 1977) piensan que un programa capaz de realizar tareas que si las hicieran los humanos requerirían inteligencia –la definición de Inteligencia Artificial según MINSKY (1968)– debe tener no sólo una considerable potencia sintáctica sino también un componente semántico. Por ejemplo, si se quiere diseñar un programa que comprenda textos no basta con proporcionarle un conocimiento sintáctico y un léxico general. El programa ha de tener también una cierta cantidad de conocimientos específicos a la temática del texto presentado. Esos conocimientos constituyen los esquemas del sistema de procesamiento.

En cierto sentido, los esquemas son los conceptos de que dispone el sistema de procesamiento. En palabras de David RUMELHART (1984, pág. 163), tal vez el autor más influyente en la teoría psicológica de los esquemas: «*un esquema es una estructura de datos para representar conceptos genéricos almacenados en la memoria*». Por ello, la teoría de los esquemas puede considerarse como una teoría de la representación y utilización de los conceptos almacenados en la memoria. Se trata por tanto, al igual que sucediera con el ACT, de una teoría general del procesamiento. Según los teóricos de los esquemas, todo el procesamiento de información depende de la activación de esquemas (RUMELHART, 1984). De esta forma, las teorías del aprendizaje elaboradas en el marco de los esquemas deben analizarse en relación con la teoría representacional en que se basan (NORMAN, 1978). Como es característico del procesamiento de información, el aprendizaje depende de memoria, pero lo inverso no siempre sucede. La teoría de los esquemas es más una teoría de la representación que una teoría del aprendizaje.

En su calidad de concepto representacional, los esquemas han tenido una notable aceptación. Puede decirse que en los últimos años ha habido una auténtica «estampida» (THORNDYKE, 1984) del concepto de esquema hacia áreas de investigación cada vez más amplias. Si inicialmente se utilizó en la comprensión de textos (MINSKY, 1975; NORMAN, RUMELHART y grupo LNR, 1975), en la representación de hechos (SCHANK y ABELSON, 1977), o en el reconocimiento de patrones visuales (MINSKY, 1975), su uso se ha extendido también a la psicología social (NELSON, 1981; TAYLOR y CROCKER, 1981), a los estudios sobre razonamiento lógico (RUMELHART y NORMAN, 1981; WASON, 1983) a la comprensión de la ciencia (HEWSON y POSNER, 1984) o a la autoinstrucción (MARTIN, 1984). Esta generalidad en el uso del concepto de esquema trae consigo una inevitable diversificación del mis-

mo. Hay diversos tipos de esquemas, que varían en la misma medida que los dominios a que se aplican. Así, hay *esquemas* de concepto (RUMELHART y ORTONY, 1977) *guiones* de suceso (SCHANK, 1982; SCHANK y ABELSON, 1977), *marcos* en la percepción visual (MINSKY, 1975) o *estereotipos* sociales (TAYLOR y CROCKER, 1981). Cada uno de estos tipos de esquemas tiene rasgos representacionales propios (véase BREWER y NAKAMURA, 1984; SIERRA, 1985; THORNDYKE, 1984; DE VEGA, 1984). Pero, por encima de las diferencias entre las diversas teorías de los esquemas, todas ellas comparten ciertos supuestos comunes con respecto a la forma en que se representa la información en la memoria. Tal vez la teoría que mejor desarrolla esos rasgos comunes es la teoría proposicional desarrollada por NORMAN, RUMELHART y sus colaboradores (NORMAN, RUMELHART y grupo LNR, 1975; RUMELHART 1981, 1984; RUMELHART y ORTONY, 1977). Además, a diferencia de otras versiones de la teoría de los esquemas, estos autores se han preocupado no sólo por la forma en que se representa la información sino también por cómo se adquiere (NORMAN, 1978; RUMELHART y NORMAN, 1978, 1981). Nos basaremos, por tanto, en esta versión de la teoría de los esquemas para analizar los mecanismos del aprendizaje propuestos por este enfoque. Pero antes es necesario repasar brevemente en qué consisten los esquemas como sistemas de representación.

La teoría general de los esquemas

Según RUMELHART (1981, 1984), la teoría de los esquemas se ocupa de un modo general de cómo se representa el conocimiento y de cómo se usa el conocimiento almacenado. La unidad básica del procesamiento serían los esquemas, consistentes en «paquetes de información» sobre conceptos genéricos. A diferencia de otros tipos de representación, los esquemas son unidades molares relativamente complejas. «*Los* esquemas no son atómicos. Un esquema *contiene, como parte de su especificación, la red de interrelaciones que se cree normalmente que existe entre los constituyentes del concepto en cuestión*» (RUMELHART y ORTONY, 1977, pág. 118 de la trad. cast.). En este sentido, un esquema es un concepto de un objeto, persona o situación, cuyos rasgos constituyentes se corresponden con los atributos del concepto. Más específicamente, «*una teoría del esquema implica una teoría* prototípica *del significado*» (RUMELHART, 1984, pág. 163). RUMELHART y ORTONY (1977) comparan un esquema con el texto de una obra de teatro. Cada representación concreta de la obra de teatro diferirá en algunos aspectos del texto original y, sin embargo, en todas las representaciones (salvo torpeza del director o adaptación vanguardista) se reconocerá fácilmente el texto original. Lo mismo sucede con los esquemas. Cada vez que se actualiza un esquema, existen ciertos rasgos diferenciales que sin embargo no dificultan la aplicación del mismo. RUMELHART (1981) considera que los esquemas son como el guión de un juego, como teorías o como procedimientos efectivos. Desde la perspectiva de nuestro trabajo, los esquemas son más bien como *conceptos prototípicos*. De hecho es lícito pensar que constituyen una modalidad de concepto proba-

bilístico (DE VEGA, 1984), tal como los analizados en el Capítulo V. Es además una modalidad con ventajas con respecto a otras teorías probabilísticas, ya que especifica con mayor detalle los rasgos representacionales del esquema o prototipo.

Una de las características de los esquemas es su posición con respecto a la distinción entre conocimiento declarativo y procedural. Aunque las características del conocimiento procedural parecen asemejarse más al funcionamiento cognitivo humano, las representaciones exclusivamente procedurales resultan difícilmente automodificables, como pudo verse en el ACT de ANDERSON (1983). Es precisamente la necesidad de considerar los procesos de aprendizaje de los esquemas la que obliga a dotarles también de un carácter declarativo (RUMELHART y NORMAN, 1981). Pero si ambos tipos de conocimiento difieren en ciertos aspectos relevantes, no por ello es necesario postular un tipo de representación distinto para cada tipo de conocimiento. El «saber qué» y el «saber cómo» no serían sino dos usos distintos de una misma representación de conocimiento en forma de esquemas, constituidos en redes proposicionales. La naturaleza flexible de los esquemas les permite ser utilizados tanto de modo declarativo como procedural. Esto es posible porque los esquemas son, según RUMELHART (1984, pág. 163), «*paquetes de conocimiento en los que, además del propio conocimiento [hay] información sobre cómo debe usarse ese conocimiento*».

NORMAN y RUMELHART y LNR (1975) proponen que todo el conocimiento de los esquemas puede recogerse en forma de redes proposicionales. La Figura 6.5. presenta un ejemplo sencillo de esquema según RUMELHART y ORTONY (1977). Se trata del esquema de «dar». Analizando este esquema sencillo podemos establecer las cuatro características fundamentales de los esquemas como sistemas de representación, según estos mismos autores:

1) Los esquemas tienen variables.
2) Los esquemas pueden encajarse unos en otros.
3) Los esquemas representan conceptos genéricos que varían en sus niveles de abstracción.
4) Los esquemas representan conocimientos más que definiciones.

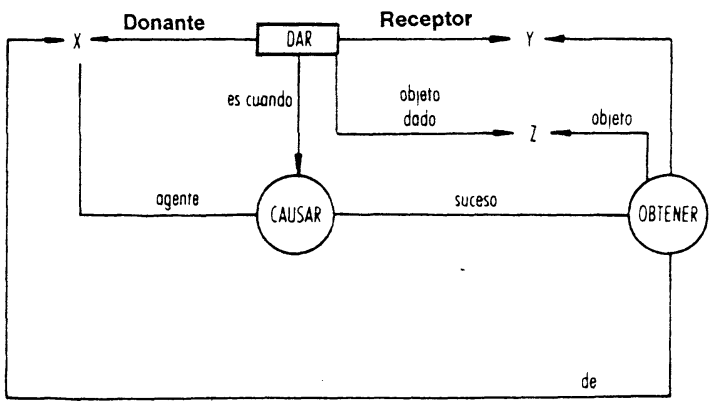


FIGURA 6.5. Representación en forma de diagrama del esquema *dar* según Rumelhart y Ortony (1977).

El término que está dentro del cuadrado en la parte superior de la Figura 6.5. representa el nombre o etiqueta verbal del esquema («dar»). Las flechas representan las relaciones entre los nodos componentes del esquema. En su conjunto reflejan la estructura interna del esquema. Entre esos nodos, aquellos situados dentro de un círculo son los subesquemas o elementos más simples que componen el esquema. Existen además componentes variables, con valores no precisos, representados por las letras X, Y, Z. En el caso del esquema «dar», esas variables son el sujeto que da («donante»), el sujeto que recibe («receptor») y el «objeto dado». Mientras que el resto de los componentes del esquema permanecen constantes, estos tres elementos pueden variar sus valores de una aplicación a otra del esquema. Son *las variables* tanto del esquema general como de los subesquemas jerárquicamente dependientes de él. Pero el esquema suele contener una serie de restricciones con respecto a los posibles valores de las variables. Así, por ejemplo, tanto el donante como el receptor son *prototípicamente* seres vivos dotados de voluntad. Estas restricciones no sólo limitan el significado de los esquemas, al restringir su campo de valores, sino que además pueden actuar como «valores por defecto», en caso de que se carezca de información suficiente sobre una actualización concreta del esquema. Así, si oímos que una persona pregunta a otra «¿se lo has dado?» supondremos «por defecto» que el receptor es otro ser humano. Aunque la activación de los valores prototípicos o más probables puede conducir a errores (tal vez le esté preguntando si le dió la comida al gato) permite activar los esquemas ante valores ausentes. En este caso, los valores ausentes se determinan por procesos inferenciales que pueden tener en cuenta la relación entre las variables (si el «donante» es una niña de tres años es probable que el «receptor» sea su muñeca favorita).

Estos procesos inferenciales dependen en gran medida de los conocimientos almacenados en el sistema, es decir, de la relación de ese esquema con el resto de los esquemas. RUMELHART y ORTONY (1977) piensan que los esquemas *se encajan unos en otros*. El esquema «dar» está compuesto por otros subesquemas («causar», «obtener»). Así, un esquema es una organización jerárquica del conocimiento, donde las unidades más globales pueden subdividirse a su vez en otras más simples que serían, según la terminología semántica, sus referentes. Los subesquemas serían equivalentes a los rasgos o atributos de un concepto. Sin embargo, este proceso de subdivisión no puede ser recurrente. Es necesario encontrar finalmente un elemento atómico o unidad de significativo indivisible. Ese esquema no subdivisible a una vez en otros subesquemas se denomina «primitivo». El problema es que no siempre es fácil identificar los primitivos o significados elementales de un esquema (DE VEGA, 1984). ¿Cuáles son los componentes primitivos del esquema «dar»? Es claro que «causar» y «obtener» pueden subdividirse a la vez en otros subesquemas. Por ejemplo, el esquema de «causa» remite no sólo a una serie de variables espacio-temporales sino también a diversos subesquemas. En último extremo, pueden identificarse ciertas leyes primitivas subyacentes o principios causales que cumple todo esquema causal, como serían la asimetría causa-efecto, la existencia de una transmisión generativa entre ambos, la constancia y el carácter condicional de la relación causal (POZO,

1987b). No obstante, en el estudio del pensamiento causal no hay un acuerdo general con respecto a cuáles son los principios causales. Ni siquiera hay un acuerdo con respecto a si es necesario postularlos, lo que resta eficacia al concepto de primitivo semántico, ya que en muchos casos no pueden ser identificados.

El carácter jerárquico de la organización de los esquemas conlleva necesariamente la existencia de *conceptos genéricos de diverso nivel de abstracción.* A diferencia de otros sistemas representacionales, como por ejemplo los modelos probabilísticos de la formación de conceptos, el encaje de unos esquemas en otros hace que todo esquema sea a su vez un subesquema de otro concepto más general, pudiendo provenir la activación de un esquema tanto de sus referentes o subesquemas como de su relación con otros esquemas superiores que determinan el sentido del esquema. En el primero caso, se habla de activación «de abajo a arriba» o «determinada por los datos» y en el segundo de activación «de arriba a abajo» o «determinada por los conceptos». Así, el esquema «causar» puede ser activado tanto por la presencia de algunos de sus subesquemas componentes antes mencionados como por la activación del esquema «dar».

Los esquemas tienen un último rasgo relevante para nuestros intereses. No son definiciones clásicas o «entradas de diccionario» de los conceptos, sino que *representan conocimientos* para su uso flexible. Al tener variables cuyos valores se rellenan en cada caso según ciertas restricciones probabilísticas que pueden actuar por defecto, los esquemas son representaciones prototípicas de los conceptos. Como señalábamos anteriormente, el significado de los valores ausentes se activa por procesos inferenciales. Un esquema no contiene sólo conocimiento verbal estable sino también procedimientos efectivos para su aplicación a contextos concretos.

En cuanto representaciones prototípicas, los esquemas poseen todas las caraterísticas de los «prototipos» analizados en el capítulo anterior y han de enfrentarse a todas las limitaciones que aquellos no superaban. Se recordará que una de esas limitaciones era la ausencia de una teoría del aprendizaje capaz de explicar la formación y el cambio de los prototipos. Esa limitación procedía de la reducción de los conceptos a meros referentes carentes de sentido. Los esquemas parecen superar, desde un punto de vista representacional, esa limitación. Queda por determinar si ello es suficiente para proveerles de mecanismos de aprendizaje capaces de explicar el origen del significado en los esquemas.

Aprendizaje por modificación y generación de esquemas

A diferencia de los mecanismos de aprendizaje postulados en el ACT, la teoría del aprendizaje de esquemas no tiene en su origen una fundamentación empírica sino *lógica.* Esta es una diferencia importante, ya que, como consecuencia de ello, los mecanismos del aprendizaje de esquemas van a carecer de la precisión y coherencia teórica que tenía el aprendizaje en el ACT pero, sin embargo, intentan superar algunos de los límites del cambio de producciones en el ACT. Podríamos decir que ANDERSON (1983) se limita a proponer aquellos mecanismos

que son computacionalmente posibles en el ACT, mientras que RUMELHART y NORMAN (1978) formulan los mecanismos que un sistema cognitivo debería tener para adquirir esquemas semánticamente complejos, pero sin que esos mecanismos estén, por fuerza, actualizados en un programa de ordenador.

Según RUMELHART y NORMAN (1978, 1981; NORMAN, 1978, 1982; RUMELHART, 1984), desde un punto de vista lógico pueden distinguirse tres tipos de aprendizaje: el crecimiento, la reestructuración y el ajuste (ver Tabla 6.3). Mediante el *crecimiento* se acumula nueva información en los esquemas ya existentes. Las leyes que rigen este crecimiento son básicamente asociativas: «*siempre que se encuentra nueva información, se supone que se guarda en la memoria alguna huella del proceso de comprensión. Esta huella de memoria es la base del recuerdo. Generalmente, se supone que ésas son copias parciales del esquema original actualizado*» (RUMELHART, 1984, pág. 181). El crecimiento es el mecanismo básico por el que el sistema adquiere las bases de datos con las que rellena las variables de los esquemas. Es, ante todo, un «aprendizaje de hechos» que no difiere en lo esencial de los clásicos procesos de aprendizaje por asociación. Se trata del mecanismo más frecuentemente usado y del más estudiado en la literatura sobre aprendizaje. Pero también se trata del mecanismo que menos cambios produce en el sistema de esquemas (RUMELHART, 1984). De hecho, el crecimiento no modifica la estructura interna de los esquemas ni genera por sí mismo esquemas nuevos. La nueva información no modifica la estructura de los conocimientos ya existentes. Los esquemas necesarios para interpretar la información tienen que estar presentes ya antes de que tenga lugar el aprendizaje (RUMELHART y NORMAN, 1978). Si la única forma de aprender fuera mediante crecimiento de los esquemas, nunca se formarían nuevos conceptos. Para que esto suceda es lógicamente necesaria la acción de los otros dos mecanismos: el ajuste y la reestructuración.

TABLA 6.3. *Tipos de aprendizaje según la teoría de los esquemas.*

Tipo de Aprendizaje	Resultados que produce	Mecanismos en que se basa
CRECIMIENTO →	Acumulación de información en los esquemas ya existentes (base de datos) →	Copia parcial que rellena los valores de las variables y define constantes
AJUSTE →	Modificación o evolución de los esquemas (variación en el campo de activación) →	Modificación de valores por defecto Generalización Especialización
REESTRUCTURACION →	Formación de nuevos esquemas a partir de los ya existentes →	Generación pautada (por analogía) → Generalización Especialización Sustitución de constantes o variables Inducción (por contigüidad)

Cuando los esquemas disponibles no bastan para comprender o interpretar una situación es necesario generar nuevos esquemas o modificar los existentes. La modificación o evolución de los esquemas disponibles tiene lugar mediante un proceso de *ajuste*. Se utiliza cuando, para formar el nuevo esquema, basta con realizar modificaciones en las variables y constantes de un esquema sin que sea necesario cambiar la estructura interna del mismo (RUMELHART y NORMAN, 1978). El «ajuste fino» de los esquemas puede producirse de tres formas (RUMELHART, 1984). En primer lugar, un esquema se puede ajustar mediante *modificación de los valores por defecto* de un esquema en función de la experiencia en la aplicación del mismo. Un segundo tipo de ajuste consiste en una *generalización del concepto* al sustituir un valor constante del esquema por una variable. Por último, el ajuste por *especialización del concepto* se produce cuando se sustituye una variable del esquema por una constante.

El ajuste es producto de la práctica (NORMAN, 1982) y tiene como consecuencia la modificación del campo de aplicación de un esquema. En realidad no produce esquemas auténticamente nuevos, ya que no afecta a la estructura de los esquemas. La generación o creación de nuevos esquemas tiene lugar mediante el proceso de *reestructuración*, que consiste en la «*formación de nuevas estructuras conceptuales o nuevas formas de concebir las cosas*» (NORMAN, 1982, pág. 111 de la trad. cast.). Según NORMAN, (1978), para que se produzca la reestructuración, sería necesario un *insight* o comprensión súbita de una nueva estructura en el área temática correspondiente. Mediante una reestructuración surgen estructuras conceptuales o interpretativas que anteriormente no estaban presentes en el sistema. El nuevo esquema se origina en otros esquemas ya disponibles. ¿Pero cómo se forman los esquemas nuevos a partir de los precedentes? Según RUMELHART y NORMAN (1978) pueden surgir de dos formas. Mediante una *generación pautada* el nuevo esquema consiste en una copia con modificaciones de un esquema anterior. Esa copia se forma por un proceso analógico. Así, por ejemplo, a un niño que ignora lo que es un rombo podemos presentarle el concepto mediante una analogía: un rombo es a un cuadrado lo que un paralelogramo es a un rectángulo (RUMELHART, 1984). Igualmente, los niños, que tienen serias dificultades para entender muchas nociones del tiempo histórico, pueden comprender mejor el tiempo histórico a partir de una analogía con las representaciones espaciales que ya han adquirido (ASENSIO, CARRETERO y POZO, 1989; POZO, 1985). Pero la formación analógica de esquemas implica generar una copia «modificada» del esquema. ¿En qué consiste esa modificación? Puede ser de tres tipos distintos (RUMELHART, 1981, 1984): generalización (cambio de una constante por una variable), especialización (introducción de una constante en lugar de una variable) o sustitución de variables o constantes del esquema original por nuevas variables o constantes. La generación pautada o formación analógica de esquemas sería el mecanismo habitual en la formación de conceptos (RUMELHART y NORMAN, 1978; ver también SIERRA, 1986; SIERRA y FROUFE, 1987). El segundo mecanismo de reestructuración, la *inducción de esquemas,* sería bastante más infrecuente. La inducción de un nuevo esquema se produciría cuando se detectase que cierta configuración de esquemas ocurre sistemáticamente según ciertas pautas espa-

cio-temporales. Se trataría de un modo de aprendizaje por contigüidad (RUMELHART y NORMAN, 1978). Pero esa detección de contingencias entre esquemas requiere mecanismos de los que carece el sistema de esquemas, por lo que la inducción es un mecanismo poco frecuente de generación de esquemas (RUMELHART, 1984). La dificultad de la inducción reside en el descubrimiento de regularidades en la aplicación de esquemas próximos en el espacio o en el tiempo.

TABLA 6.4. *Características de los tres tipos de aprendizaje según Norman (1978).*

	Crecimiento	**Reestructuración**	**Ajuste**
Características generales	Añadir conocimientos a los ya acumulados: aprendizaje verbal tradicional	Comprensión súbita Sentimiento de comprender materiales que antes estaban desorganizados. A menudo acompañado de ¡oh! o ¡ahá!	Hacer más eficientes los esquemas existentes. Ni conocimientos ni estructuras nuevas, sólo refinamiento de las destrezas disponibles
Atributos de las estructuras de conocimientos del alumno	Acumulación de conocimientos a los esquemas existentes	Se forman nuevas estructuras de esquemas	Los parámetros de los esquemas se ajustan para la máxima eficiencia. Los casos especiales se codifican directamente
Estrategia de aprendizaje	Estudio, probablemente usando sistemas mnemotécnicos y un procesamiento profundo	Pensamiento. Enseñanza mediante ejemplos, analogías, metáforas. Diálogo socrático	Práctica
Evaluación	Tests de hechos: respuestas cortas; elección múltiple. Tests de reconocimiento y de recuerdo básico	Tests de conceptos. Preguntas que exigen inferencias o solución de problemas	Rapidez, fluidez. Actuación bajo *stress* o presión
Interferencia con otros temas relacionados	Alta	Media	Baja
Transferencia a otros temas relacionados	Baja	Alta	De conocimientos generales: alta. De conocimientos específicos (ya ajustados): muy baja

Los tres tipos de aprendizaje mencionados no sólo difieren entre sí en sus mecanismos subyacentes sino también en una serie de características (NORMAN, 1978). Así, cada tipo de aprendizaje es sensible a diferentes procedimientos de instrucción, debe medirse de modo distinto, tiene una capacidad de transferencia

diferente y está sujeto a una interferencia con otros aprendizajes anteriores de distinta intensidad (véase Tabla 6.4.). Estas diferencias en los resultados producidos por cada uno de los procesos de aprendizaje hace que sean complementarios más que independientes. Según (RUMELHART y NORMAN, 1978) el crecimiento, la reestructuración y el ajuste coexisten e interactúan durante todo el ciclo de aprendizaje de un sistema jerarquizado de conceptos. De hecho, existiría una conexión necesaria entre los tres tipos de aprendizaje: no hay reestructuración sin crecimiento previo ni ajuste sin reestructuración anterior. Pero, aunque los tres mecanismos coexisten en todo el ciclo de aprendizaje, su importancia relativa varía según una pauta temporal característica (véase Figura 6.6). Al comienzo del aprendizaje en un área conceptual predominaría el crecimiento. La acumulación de conocimiento acabaría produciendo una reestructuración de los esquemas. Una tercera fase se caracterizaría de nuevo por un crecimiento de los esquemas generados, que finalmente desembocaría en un ajuste progresivo de los mismos.

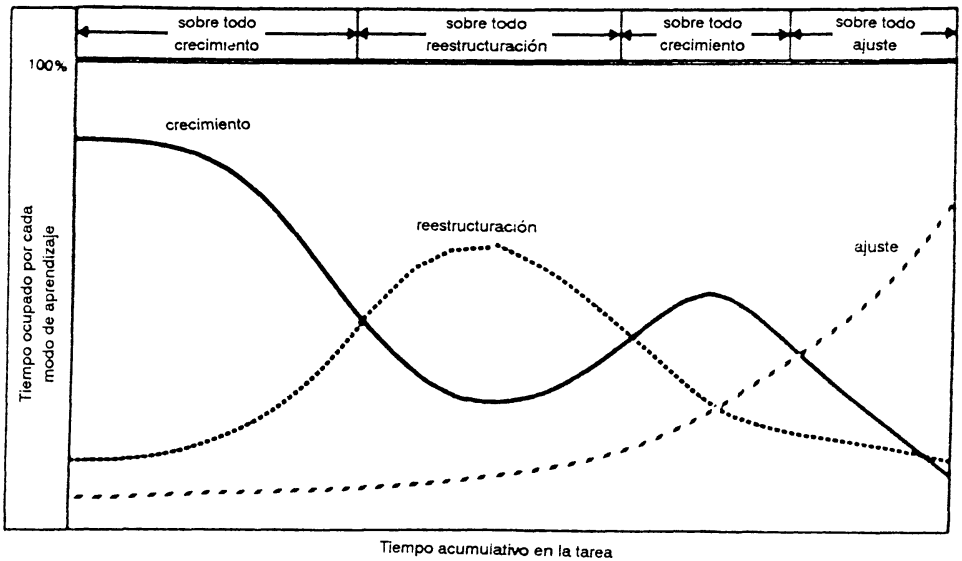


FIGURA 6.6. División hipotética del tiempo de esfuerzo en cada uno de los tres modos de aprendizaje durante el estudio de un tema complejo, según Norman (1978, pág. 43).

Pero, como señalábamos al principio, tanto los mecanismos postulados como la importancia relativa de los mismos en cada una de las fases del aprendizaje se basan más en criterios «lógicos» o, si se prefiere, en intuiciones de los autores, que en un apoyo empírico. Ello no desmerece la relevancia de esta teoría del aprendizaje, ya que no es difícil encontrar datos empíricos que la avalen. De hecho, el problema de la teoría del esquema suele ser precisamente el inverso, que se adecúa *demasiado bien* a cualquier dato, lo que genera un uso un tanto indiscriminado del concepto (DE VEGA, 1984). Frente a la precisión y exactitud del ACT, que permite su falsación y la continua evolución de la teoría, los esquemas resultan en muchos casos demasiado vagos. Esta falta de concreción, poco deseable en un modelo computacional, se hace más patente aún al evaluar los mecanismos del aprendizaje propuestos y quizá explica el que, con escasas excepciones (por ej., RUMELHART y NORMAN, 1981), esos mecanismos no hayan sido, de hecho, actualizados en un programa de ordenador. En todo caso, esto no impide que pueda valorarse la suficiencia *lógica* de esos mecanismos para explicar el origen de los esquemas.

¿Cómo se forman los esquemas auténticamente nuevos?

La teoría dei aprendizaje de esquemas de RUMELHART y NORMAN (1978) tiene varios rasgos de interés que la diferencian de otras teorías anteriormente analizadas. Ante todo, destaca la distinción entre varios mecanismos de aprendizaje con funciones diferenciadass dentro de un proceso general. Esta distinción entre varios tipos de aprendizaje estaba ya presente en el ACT de ANDERSON (1983), pero en el caso de RUMELHART y NORMAN (1978) el modelo es más rico y articulado. La principal diferencia entre ambos reside, sin duda, en la introducción de un proceso de aprendizaje por reestructuración del que carece el ACT (NORMAN, 1980). Los otros dos procesos presentes en la teoría de los esquemas estaban ya en el ACT. El crecimiento recoge algunos de los rasgos del estadio declarativo, como es la formación de copias declarativas en la memoria, y de los procesos de fortalecimiento, como el cambio de los valores de las variables y constantes del esquema. Los mecanismos de activación de esquemas son, a este respecto, bastante menos precisos que los del ACT. En cuanto a los procesos de ajuste de esquemas son similares a la generalización y discriminación de producciones en el ACT, ya que, en ambos casos, el ajuste se produce sustituyendo constantes por variables, y viceversa.

La incluslón de un mecanismo de reestructuración supone, en principio, una diferencia importante con respecto no sólo al ACT sino también a otras teorías computacionales del aprendizaje. Según NORMAN (1980, pág. 242) con ello se intenta superar la principal deficiencia de esas otras teorías, que consiste en «*tratar al aprendiz humano como un recolector de información, añadiendo un nuevo conocimiento a la estructura aquí, generalizando allá e interpretando siempre lo que está sucediendo de una manera fiel, sistemática*». Al introducir la reestructuración de esquemas, RUMELHART y NORMAN (1978) intentan superar las limitacio-

nes del principio asociacionista de correspondencia y concebir el aprendizaje como un proceso constructivo. La idea del cambio en la estructura de los esquemas unida a un procesamiento conceptualmente dirigido parece conseguir estos propósitos, pero cuando se analiza con más detalle la forma en que se produce la reestructuración, la superación del asociacionismo resulta menos clara. RUMELHART y NORMAN (1978) proponen dos tipos de reestructuración: la inducción y la analogía. Mientras que la inducción es un proceso de aprendizaje por contigüidad, según los propios autores, no es difícil reconocer en la analogía una forma de aprendizaje por semejanza. Además, tal como se formula en esta teoría, el aprendizaje por analogía, que sería el principal modo de reestructurar los esquemas, se produce mediante procesos de ajuste por generalización, especialización y sustitución. De esta forma resulta difícil distinguir la reestructuración del ajuste. El problema no reside en que la reestructuración se base en procesos asociativos, sino en qué *se reduce* a esos procesos. Si la reestructuración fuera sólo un aprendizaje asociativo, por contigüidad o por semejenza, debería producirse continuamente, y los propios RUMELHART y NORMAN (1978) , así como otros muchos autores (por ej., CAREY, 1985; KEIL, 1987) reconocen que se trata de un proceso difícil que ocurre sólo ocasionalmente. En otras palabras, si la reestructuración no es un simple producto de la práctica, es necesario que la teoría explique no sólo por qué se produce, sino fundamentalmente *por qué no se produce* en otras muchas ocasiones en que se reúne esa práctica.

Nos encontramos nuevamente ante la necesidad de postular restricciones en el proceso inductivo. Si la reestructuración no es una consecuencia automática del crecimiento y el ajuste ¿qué limita su aparición?, ¿qué condiciones son necesarias para que se genere un nuevo esquema por analogía?, ¿cómo se selecciona el esquema análogo de la memoria?, ¿qué factores del entorno y del esquema determinan ese emparejamiento? La teoría de RUMELHART y NORMAN (1978) carece de recursos restrictivos para la inducción. NORMAN (1978) sugiere un proceso que podría restringir el rango de generalizaciones y especializaciones de los esquemas. Se trata del *insight* o comprensión súbita de una nueva estructura de esquemas. Pero, más allá de su enunciado, no se especifica la forma en que podría producirse ese *insight*, tal vez debido a las dificultades que los procesos de conciencia plantean a las teorías del procesamiento de información (véase Cap. III). Si la toma de conciencia de una nueva estructura es una condición necesaria de la reestructuración, ¿qué condiciones se precisan a su vez para que se produzca ese *insight*?, ¿quién restringe al mecanismo restrictor?

La debilidad explicativa de la reestructuración de esquemas es producto también de las relaciones poco claras entre los distintos tipos de aprendizaje. Aunque resulta sin duda un avance intentar integrar diversos tipos de aprendizaje en una teoría común, el modelo propuesto por NORMAN (1978; RUMELHART y NORMAN, 1978) no respeta el carácter cíclico o continuo que debe esperarse en todo proceso de aprendizaje complejo. Concretamente, la función del ajuste en la reestructuración resulta poco clara, reforzando la idea de que ésta es un producto semiautomático del crecimiento.

De esta forma, la teoría de RUMELHART y NORMAN (1978) se muestra insuficien-

te para explicar la aparición de esquemas «auténticamente nuevos» (PASCUAL-LEONE, 1980). En último extremo, la base computacional y logicista de estos modelos (DE VEGA, 1981) vuelve a conducirnos a la imposibilidad de simular el aprendizaje mediante mecanismos exclusivamente asociativos, que son los que subyacen a las teorías computacionales. El problema es aún más grave en el caso de la teoría de los esquemas, dado el fuerte componente semántico introducido. ¿De dónde proceden los esquemas? Queda claro que un sistema sólo puede formar nuevos esquemas cuando dispone ya de otros esquemas suficientemente complejos. Pero ¿cómo surgen esos primeros esquemas? ¿Cuál es el origen de los significados de los esquemas? No es necesario reiterar la irreductibilidad de los contenidos a criterios exclusivamente formales. Dado que finalmente la teoría de los esquemas, en cuanto teoría computacional, sólo dispone de procesos sintácticos, la introducción de nuevos conceptos sólo podrá hacerse por «programa», sea éste el programa genético de la especie o, más frecuentemente, un programa de computador introducido a través del teclado.

Esta limitación en la evolución o el cambio verdadero de los esquemas pone en duda el carácter constructivista del concepto moderno de esquema y le diferencia claramente del concepto de esquema formulado por la psicología europea de entreguerras. Aunque la teoría de los esquemas es el paladín del constructivismo dentro del procesamiento de información (por ej., BREWER y NAKAMURA, 1984), su posición constructivista es un tanto limitada. Podríamos distinguir dos tipos de constructivismo: estático y dinámico. El *estático* quedaría reflejado en la célebre frase de KOFFKA, según la cual «*vemos las cosas no como son, sino como somos* nosotros». Según esta idea, en cada caso de conocimiento construimos o interpretamos la realidad a partir de nuestros esquemas de conocimiento. Según el constructivismo *dinámico*, no sólo construimos la realidad que conocemos, sino también los esquemas mediante los que la conocemos. Mientras que el primer tipo está presente en la teoría de los esquemas, el segundo no. El problema reside en que ese constructivismo estático es compatible con el principio de correspondencia del asociacionismo, mientras que el dinámico es incompatible con ese principio. De hecho la idea de que nuestra percepción de la realidad es fruto de los conocimientos almacenados en nuestra memoria está presente no sólo en la teoría de los esquemas sino también en la corriente neoasociacionista en el aprendizaje animal y, en un sentido más general, en toda teoría asociacionista que no incurra en un empirismo ciego y admita que los aprendizajes anteriores o «la historia de refuerzos» del sujeto determinan los nuevos aprendizajes.

Pero la teoría computacional de los esquemas no sólo se diferencia de las teorías europeas de los esquemas, como la de PIAGET (1936, 1975), en su incapacidad para explicar la generación de conceptos nuevos. La moderna teoría de los esquemas es estática también en otro sentido estrictamente representacional. Mientras que los esquemas de BARTLETT (1932) eran estructuras de conocimiento dinámicas adaptadas a su contexto de uso, los esquemas modernos son, en ocasiones, demasiado rígidos o estables (KESSEL y BEVAN, 1985). Como señala COLE (1983), «*los esquemas y los guiones de la ciencia cognitiva son huellas estáticas dejadas por los hechos*». HOLLAND y cols. (1986) presentan un ejemplo ex-

tremo de este carácter estático. Uno de los esquemas más célebres dentro de la ciencia cognitiva actual es el «guión del restaurante» (SCHANK y ABELSON, 1977) que establece la secuencia de acciones que tienen lugar cuando acudimos a un restaurante. Sin embargo, ese guión sólo recoge las acciones «típicas» de esa situación: sentarse, recibir la carta del camarero, pedir el menú, etc., pero no predice qué debemos hacer cuando se produce un hecho anómalo, ya que esos hechos anómalos no forman parte del guión. Así, el guión no contiene información sobre qué debemos hacer si, por ejemplo, en vez de un camarero se acerca una cabra a nuestra mesa. Como en la estructura del guión del restaurante no hay nada sobre cabras, será necesario recurrir a otro esquema distinto. De esta forma, «el guión del restaurante» no sirve para situaciones nuevas, aunque no sean tan extremas. Esta falta de flexibilidad ha sido reconocida por el propio SCHANK (1982).

De hecho, ambos problemas, la falta de mecanismos de cambio y la rigidez de su aplicación, están relacionados. Si el esquema tiene dificultades para adpatarse a nuevas demandas ambientales, como la entrada de cabras, es porque sus mecanismos de automodificación son poco eficaces. Y si los esquemas no se automodifican es porque no se adaptan a las cabras que intentan entrar en ellos. Si ambos problemas están relacionados, también sus soluciones podrían estar relacionadas. Así lo creen HOLLAND y cols. (1986), quienes consideran que la generación de nuevos conceptos por mecanismos inductivos sólo es posible mediante la imposición de fuertes restricciones al proceso inductivo, y que esas restricciones deben proceder precisamente del contexto en el que se activan los significados. Estos autores proponen una teoría pragmática de la inducción basada en los supuestos computacionales. Aunque en ciertos puntos se solapa tanto con el ACT como con la teoría de los esquemas, su propuesta resulta muy sugestiva en algunos aspectos que serán analizados a continuación.

Enfoque pragmático: una teoría pragmática de la inducción

Uno de los rasgos característicos de la Ciencia Cognitiva es que constituye una empresa interdisciplinar, en la que deben confluir las aportaciones no sólo de psicólogos cognitivos, sino también de filósofos, lógicos, lingüistas, informáticos, etc. Pero, en muchos casos, esa fusión de disciplinas científicas no pasa de ser una virtud deseada. De hecho, en el ámbito de las teorías computacionales del aprendizaje pueden distinguirse nítidamente las que están dirigidas a la Inteligencia Artificial (COHEN, y FEIGENBAUM, 1982; MICHALSKI, CARBONELL y MITCHEL, 1986) y las que tienen una orientación más psicológica como el ACT y la teoría de los esquemas. Por esta razón, la aparición de un libro verdaderamente interdisciplinar constituye un hecho destacable. El hecho se convierte en acontecimiento cuando ese libro está dedicado a proponer una nueva teoría del aprendizaje inductivo basada en los supuestos de la computación. Recientemente, J. HOLLAND, un científico de la computación, K. HOLYOAK, un psicólogo cognitivo, R. NISBETT, un psicólogo social, y P. THAGARD, un filósofo, se han unido para escribir *Induction. Proces-*

ses of inference, learning and discovery. (Inducción. Procesos de inferencia, aprendizaje y descubrimiento). El libro expone una teoría muy ambiciosa que tiene en común muchos rasgos con las teorías computacionales anteriormente revisadas. Entre esos rasgos comunes se halla el de constituir no sólo una teoría del aprendizaje sino una teoría general del procesamiento, aplicable a un amplio abanico de tareas. Además la teoría se sitúa dentro de los límites impuestos por el procesamiento de información y se halla parcialmente actualizada en ordenador, mediante dos programas distintos: los «sistemas clasificadores» de HOLLAND (1986) y el «proceso de inducción» de THAGARD y HOLYOAK (1985).

Pero si la teoría de HOLLAND y cols. (1986) coincide con el ACT y la teoría de los esquemas en una serie de aspectos, difiere en otros. Así, además de la filosofía computacional, la teoría parte de tres ideas fundamentales, paralelas a algunas de las críticas que venimos realizando a las teorías computacionales. En primer lugar, el enfoque «*asume que el problema central de la inducción es especificar las restricciones de procesamiento que aseguren que las inferencias efectuadas por el sistema cognitivo tenderán a ser plausibles y relevantes para las metas del sistema*» (HOLLAND y cols., 1986, pág. 5). En segundo lugar, asumen la insuficiencia, tanto en la filosofía y la psicología como en la informática, de los enfoques exclusivamente sintácticos para imponer esas restricciones. Por último, los autores piensan que, si bien desde el punto de vista de su arquitectura todo modelo computacional es puramente sintáctico, es posible simular mediante estos modelos los objetivos y metas del sistema en su interacción con el entorno. Esas metas constituirán las restricciones básicas del proceso inductivo, que tendrá por tanto un carácter pragmático, en lugar de sintáctico, como el ACT, o semántico, como la teoría de los esquemas. Pero, al igual que sucedía en estas teorías antes de analizar esos mecanismos pragmáticos del aprendizaje, es necesario conocer el modelo representacional subyacente.

La representación del conocimiento mediante modelos mentales

El sistema de representación propuesto por HOLLAND y cols. (1986) tiene rasgos comunes tanto con el ACT como con la teoría de los esquemas. Al igual que el ACT de ANDERSON (1983), está basado en reglas o sistemas de producción, pero se asemeja a la teoría de los esquemas en que sus unidades significativas de representación tienen un carácter más bien molar. Esas unidades son los *modelos mentales*, compuestos por series de reglas o sistemas de producción. El concepto de modelo mental se basa en la idea de que los sistemas cognitivos construyen modelos de las situaciones con las que interactúan que les permiten no sólo interpretarlas sino también hacer predicciones a partir de ellas (véase GENTNER y STEVENS, 1983; JOHNSON-LAIRD, 1983). Pero, aunque se parezcan a ellos, los modelos mentales difieren de los esquemas en que mientras éstos últimos constituyen representaciones estables, los modelos mentales se construyen con ocasión de cada interacción concreta. Con el fin de superar la escasa flexibilidad de los esquemas, los modelos mentales –al igual que otros tipos de «memoria dis-

tribuida» (RUMELHART, MCCLELLAND y grupo PDP, 1986) – son representaciones dinámicas e *implícitas* en la memoria, en lugar de estáticas y explícitas como los esquemas. Si en el apartado anterior veíamos que los esquemas se corresponden con la teoría del prototipo en la representación de los conceptos, los modelos mentales se corresponderían con la teoría del ejemplar.

Los modelos mentales desarrollados por HOLLAND y cols. (1986) están formados por conjuntos de reglas relacionadas activadas simultáneamente. Esas reglas consisten en producciones o pares condición-acción similares a las empleadas por ANDERSON (1983). Esas reglas son los ladrillos con los que se construyen los conocimientos del sistema. Tanto la condición como la acción de la regla pueden estar compuestas por varios elementos. Se distinguen dos tipos fundamentales de reglas: empíricas e inferenciales. Las reglas *empíricas* representan el conocimiento sobre el mundo y a su vez se dividen en varios tipos (ver Tabla 6.5). Las reglas *sincrónicas* representan la información descriptiva típica de la memoria semántica y se dividen en reglas categóricas, que informan sobre relaciones jerárquicas entre categorías y son la base de los juicios de identificación de conceptos, y reglas asociativas, que relacionan conceptos no vinculados jerárquicamente sino por su coocurrencia. Las reglas *diacrónicas* informan sobre los cambios que pueden esperarse en el entorno si se satisfacen sus condiciones. Pueden ser reglas predictivas, cuando proporcionan una expectativa, y efectivas, cuando causan una acción por parte del sistema.

TABLA 6.5. *Ejemplos de reglas empíricas según Holland y cols. (1986, pág. 42)*

A. Sincrónicas

1. Categóricas
   Si un objeto es un perro, entonces es un animal
   Si un objeto es un perro grande y delgado con el pelo blanco y dorado y muy largo, entonces es un *collie*
   Si un objeto es un perro, entonces puede ladrar
2. Asociativas
   Si un objeto es un perro, entonces activar el concepto de «gato»
   Si un objeto es un perro, entonces activar el concepto de «hueso»

B. Diacrónicas

1. Predictivas
   Si una persona molesta a un perro, entonces el perro le morderá
   Si una persona silba a un perro, entonces el perro irá hacia la persona
2. Efectivas
   Si un perro te persigue, sal corriendo
   Si un perro se acerca a ti meneando la cola, acarícialo.

Como en el ACT de ANDERSON (1983), las reglas se activarán cuando su condición sea satisfecha por información activa en la memoria, que recibe el nombre de *mensaje.* Los mensajes pueden proceder de un *input* perceptivo, de otras reglas o de los conocimientos almacenados por el propio sistema. Las acciones de las reglas se ejecutarán cuando sus condiciones sean satisfechas. Las acciones pueden dirigirse tanto hacia el exterior como hacia el interior. En este último caso, se modificará el sistema de conocimientos y se producirá aprendizaje. Además de las reglas sincrónicas y diacrónicas, que constituyen las reglas empíricas, el sistema dispone también de reglas inferenciales, cuya misión es producir mejores reglas empíricas y que constituyen los mecanismos básicos del aprendizaje que analizaremos más adelante, y de reglas operativas o principios generales de procesamiento del sistema.

Entre esos principios generales se halla el procesamiento en paralelo. En cualquier momento, el sistema puede disponer de múltiples reglas activadas al mismo tiempo. De hecho, como el sistema carece de reperesentaciones molares estables en forma de esquemas, ha de construir modelos mentales basados en la activación simultánea de reglas relacionadas, sea explícita o implícitamente. Aquellas que suelen activarse juntas, tienden a relacionarse formando racimos de reglas que constituyen categorías. Estas categorías están organizadas en forma de *jerarquías defectivas*, compuestas por conceptos subordinados y supradordinados, donde los valores de los conceptos supraordinados actúan «por defecto» en ausencia de especificaciones concretas. Así, si una persona temerosa de los perros escucha un ladrido a su espalda sentirá miedo; pero si puede ver que el ladrido lo produce un chihuahua tal vez su miedo se transforme en ira. Por tanto, los conceptos no se hallan definidos en la memoria sino sólo representados de un modo probabilístico, coherente con las teorías del ejemplar. Los conceptos se formarán a partir de reglas con condiciones similares.

Pero, a pesar del proceso paralelo, las reglas compiten por ser activadas. En esa competición triunfarán aquellas reglas que «(a) *proporcionen una descripción de la situación actual (emparejamiento),* (b) *tengan una historia de utilidad en el pasado para el sistema (fuerza),* (c) *produzcan la descripción más completa (especificidad)* y (d) *tengan la mayor compatibilidad con otra información activa en ese momento (apoyo)*» (HOLLAND y cois., 1986, pág. 49). En otras palabras, de todas las reglas cuyas condiciones sean satisfechas por los mensajes presentes, aquellas que sean más fuertes y específicas y tengan mayor apoyo tendrán más probabilidades de ser ejecutadas. La fuerza de una regla depende de la frecuencia y el éxito con que haya sido ejecutada anteriormente. La especificidad hace alusión a la presencia de valores concretos en lugar de los valores por defecto. Por último, el apoyo de una regla depende de la activación de otras reglas afines y depende, por tanto, de la propagación de la activación en el sistema. A diferencia del ACT de ANDERSON (1983), en el que la activación se propaga como un fuego, de modo automático, HOLLAND y cols. (1986) postulan un proceso de propagación controlado por las propias reglas. Así, la activación se propagará de un concepto a otro cuando compartan reglas comunes, pero no por simple contigüidad o coocurrencia, como sucede en el ACT. Así, el modelo mental o concep-

to de «toro» activará el concepto de «vaca», ya que ambos tienen muchas reglas o rasgos comunes, pero no activará el de «leche», aunque esté fuertemente conectado al concepto «vaca». De esta forma la activación, en lugar de ser automática, se halla también pragmáticamente dirigida.

En definitiva, según la teoría de HOLLAND y cols. (1986), los conceptos serían modelos mentales, formados por reglas activadas simultáneamente en función de las demandas contextuales y de las metas del sistema, y constituidos en jerarquías defectivas que generan expectativas y dirigen la acción. Por tanto, el aprendizaje de conceptos consiste en la adquisición de nuevas reglas y relaciones entre reglas. Esas nuevas reglas tienen su origen, según los autores, en procesos inductivos guiados pragmáticamente.

Aprendizaje por inducción pragmática

Según HOLLAND y cois. (1986) el sistema debe realizar tres tareas inductivas básicas: (a) evaluar y perfeccionar las reglas disponibles, (b) generar nuevas reglas y (c) formar asociaciones y racimos de reglas con el fin de crear estructuras de conocimiento más amplias. Estas tres tareas deben, sin embargo, lograrse mediante dos únicos mecanismos inductivos: el *refinamiento* de las reglas existentes y la *generación* de nuevas reglas. La combinación de estos dos procesos dará lugar, a su vez, a la formación de esas asociaciones y relaciones entre las reglas. Por tanto, en la medida en que un concepto es un «racimo jerarquizado de reglas» deberá formarse por combinación del refinamiento y la generación de reglas.

El refinamiento de las reglas consiste en una reevaluación constante de la fuerza de las reglas en función de sus éxitos y fracasos. Un éxito se logra cuando el sistema alcanza una meta. El problema es que, al disponer de un procesamiento en paralelo, ese éxito puede atribuirse a cualquiera de las reglas simultáneamente activadas. De hecho, según las clásicas teorías del refuerzo –y según el ACT de ANDERSON (1983)– ese éxito se asociará a todas las reglas activadas. Pero HOLLAND y cois. (1986) disienten de esa opinión. Según estos autores, el sistema debe distribuir el éxito, o en su caso el fracaso, entre aquellas reglas que hayan sido realmente responsables del resultado obtenido. Este proceso recibe el nombre de «asignación del crédito» y está presente también como mecanismo restrictivo en otros modelos de aprendizaje pragmático (por ej., SCHANK, COLLINS y HUNTER, 1986). El mecanismo se basa en la idea de que el éxito o fracaso se distribuye entre las reglas en función de las expectativas de éxito generadas por cada regla, medidas por su fuerza o éxito previo. Para ello el sistema dispone de varios algoritmos, que, en esencia, están regidos por una especie de «ley de la oferta y la demanda». Si una regla proporciona más éxito del que su fuerza inicial hace prever, su fuerza aumenta; si su éxito es menor del previsto, se debilita. El sistema puede también reevaluar la fuerza de una regla a partir de sus predicciones, sin necesidad de que sea reforzada (aprendizaje latente).

La fuerza de una regla actúa de un modo conservador, impidiendo la ejecución de reglas nuevas o más débiles. Para impedir que este mecanismo bloquee el aprendizaje, el sistema evalúa las reglas mediante una función estocástica de su fuerza. De esta forma, puede llegar a eludir en algunos casos la tendencia a usar las reglas más fuertes, que da lugar a fenómenos como la fijeza funcional de DUNCKER (1945), la superstición (JAHODA, 1766), la ilusión de control (LANGER, 1975) y otras muchas manifestaciones de conservadurismo cognitivo (véase CARRETERO, y GARCÍA MADRUGA, 1984a).

El proceso de refinamiento puede cambiar la fuerza de una regla, y con ella su probabilidad de uso, pero no puede introducir reglas nuevas. Cuando el sistema no disponga de reglas eficaces para un contexto, se verá obligado a poner en marcha el proceso de generación de reglas. El sistema genera nuevas reglas que dan lugar a conceptos nuevos mediante la activación de sus reglas inferenciales o mecanismos inductivos. Pero estos mecanismos no están siempre en funcionamiento, sino que su acción está restringida a la presencia de ciertas condiciones desencadenantes, como son el fracaso de una predicción o la ocurrencia de un hecho inesperado. Sólo cuando se produce una de estas dos situaciones el sistema realizará inferencias inductivas. Pero incluso esas inferencias estarán sometidas a nuevas restricciones. Algunas de esas restricciones partirán de reglas generales e independientes de cualquier dominio concreto existentes en el sistema, que recogen conocimiento sobre leyes causales, estadísticas o de razonamiento. Otras restricciones en la inducción provienen de las limitaciones en la capacidad de procesamiento del sistema, sobre todo del decaimiento de huellas, que limita temporalmente la formación de reglas diacrónicas, de la codificación insuficiente, por ausencia de reglas relevantes, y, sobre todo, de una capacidad limitada para detectar covariaciones entre reglas, por la que el sistema sólo atenderá a aquellas covariaciones que, según su conocimiento, sean previsibles.

De esta forma, la teoría de HOLLAND y cols. (1986) intenta escapar al maleficio del extraterrestre castigado por PEIRCE a hacer todas las inducciones *posibles* a partir del Censo de Población de los Estados Unidos. Gracias a las restricciones impuestas al sistema, los autores creen que éste sólo hará las inferencias inductivas *pragmáticamente relevantes*, de acuerdo con los modelos mentales activados y las presiones ambientales. Pero, con esas restricciones, ¿cuáles son las reglas inductivas que permiten generar nuevas reglas empíricas? Según los autores, «*prácticamente todas las inferencias inductivas pueden considerarse en un sentido como generalizaciones o como especializaciones*» (*op. cit.*, pág. 65). Por tanto toda la generación de reglas, y con ella la formación de conceptos, se reduciría a esos dos procesos. La generalización puede conseguirse de dos formas: mediante una simplificación de las condiciones de una regla (eliminando o ignorando parte de sus elementos) o a partir de ejemplos concretos, en los que ciertas constantes son sustituidas por una variable. La especialización es el proceso inverso que, como la discriminación en el ACT, tiene como función evitar la sobregeneralización, que suele dar lugar a una predicción errónea. En ese caso, se puede generar una regla más especializada bien añadiendo nuevos elementos a la condición de la regla, y por tanto haciendo más exigente su ejecución, o bien

sustituyendo la acción de la regla, consistente en una expectativa incumplida, por el resultado inesperado encontrado.

HOLLAND y cols. (1986) aplican su teoría del aprendizaje de reglas a diversos tipos de tareas. Así, muestran su compatibilidad, y en algunos puntos su superioridad, con respecto a las modernas teorías neoasociacionistas del aprendizaje animal. Un programa de computador actualizado de acuerdo con su teoría logra replicar efectos como el bloqueo de KAMIN, (1969), los experimentos de condicionamiento inhibitorio de RESCORLA, (1968) o los fenómenos de aprendizaje latente de TOLMAN y HOZNIK (1930). Pero la teoría también puede aplicarse según sus autores a tareas más complejas, como la formación de categorías, el razonamiento analógico, la formación de modelos mentales con respecto al mundo físico y social o incluso el descubrimiento científico. Sin embargo, para estas tareas complejas aún no existen programas de computador, sino únicamente intuiciones teóricas. La exposición de cada una de estas áreas mostraría con claridad las posibilidades explicativas de la teoría. Pero en esta ocasión nos ceñiremos exclusivamente a la explicación ofrecida de la formación de categorías.

La formación de categorías o conceptos depende del establecimiento de relaciones y asociaciones entre reglas mediante los procesos inductivos señalados. Un concepto es un racimo de reglas organizado en una jerarquía defectiva. El sistema tiende a asociar aquellas reglas que se activan juntas (relación sincrónica) o sucesivamente (relación diacrónica). Un concepto se basa en relaciones sincrónicas entre reglas que comparten un elemento común entre sus condiciones. Cuando otra regla contenga ese mismo elemento en su acción se «acoplará» a las anteriores, ya que su ejecución satisfará las condiciones de las otras reglas. El elemento común a todas esas reglas se convertirá en la etiqueta del concepto. El proceso toma la siguiente forma:

Si p,n —> entonces x
Si p,s —> entonces x

Si p —> entonces x
Si r,t —> entonces p

Si r,t —> entonces p —> entonces x

Este proceso inductivo se basa en la asociación y la generalizaicón de reglas. HOLLAND y cols. (1986) presentan varios ejemplos de cómo se realiza la generalización de reglas en los programas de computador actualizados a partir de su teoría. Un ejemplo de generalización mediante simplificación de condiciones podría ser el siguiente:

Si X es el restaurante chino Chongyuan, entonces es lúgubre.
Si X es el restaurante chino Chingyuon, entonces es lúgubre.

Si X es un restaurante chino, entonces es lúgubre.

Esta generalización puede ser abusiva. Tal vez haya en algún sitio algún restaurante chino que no sea lúgubre. Para corregir estos errores, el sistema dispone del proceso de especialización de las reglas. Esto se produce cuando una regla conduce a una expectativa errónea. Imaginemos que un ingenuo ciudadano extranjero (idealmente estadounidense) tuviera la siguiente regla:

Si un partido es socialista, es de izquierdas.

Es uno de sus viajes llega a España y conoce la situación política española. Supongamos que comprueba que su regla es errónea y genera una regla más especializada. El contenido de esa nueva regla dependerá de su conocimiento previo de otros partidos socialistas y otras situaciones políticas. En función de ese conocimiento puede generar cualquiera de las reglas siguientes:

Si un partido es socialista y no es europeo, es de izquierdas.
Si un partido es socialista y tiene oposición, es de izquierdas.
Si un partido es socialista y no está en el poder, es de izquierdas.

Según HOLLAND y cois. (1986), la aplicación de estas reglas inferenciales, restringidas por los mecanismos anteriormente mencionados, permite explicar la mayor parte de los datos experimentales existentes en la literatura sobre conceptos probabilísticos, ya sean ejemplares o prototipos. También permite dar cuenta del razonamiento análogo y de la existencia de numerosas concepciones espontáneas erróneas sobre el mundo físico y social. Dado que muchos conocimientos en estos ámbitos se reciben en contextos educativos, los autores admiten la existencia de otro mecanismo de aprendizaje no inductivo, que consistiría en la inserción de reglas desde el exterior por medio de la instrucción. Pero esas reglas insertadas no necesariamente se imponen a las reglas inducidas por el propio sistema, sino que han de competir con ellas. Ello explicaría en muchos casos el fracaso de la instrucción y la persistencia de las ideas erróneas contrarias a esa instrucción. En último extremo, una vez insertada, la regla queda sometida a los procesos de aprendizaje mediante inducción pragmáticamente restringida postulados por la teoría. De hecho, según HOLLAND y cols. (1986) todo el aprendizaje quedaría reducido a esos procesos. A pesar de los nuevos elementos introducidos en su teoría, los límites del asociacionismo siguen vigentes. Es dudoso que con tales límites pueda generarse una teoría del aprendizaje suficiente para explicar cómo se forman los conceptos.

¿Puede un sistema computacional funcionar pragmáticamente?

La teoría pragmática de la inducción de HOLLAND y cols. (1986) constituye sin duda uno de los proyectos más prometedores surgidos en los últimos años desde el enfoque del procesamiento de información. Esta teoría reúne algunos de los rasgos definitorios de la más reciente generación de propuestas teóricas dentro de la familia computacional, como son el procesamiento en paralelo, al igual que el ACT de ANDERSON (1983) o las modernas teorías neoconexionistas (RUMELHART, MCCLELLAND y grupo PDP, 1986), la utilización de sistemas de producción, como el propio ACT y los modelos desarrollados por el grupo de Carnegie-Mellon (KLAHR, LANGLEY y NECHES, 1987) o la representación implícita del conocimiento mediante modelos mentales o de «memoria distribuida» como el propio proyecto PDP (Por *Parallel Distributed Processing* o Procesamiento Distribuido en Paralelo) (también GENTNER y STEVENS, 1983; JOHNSON-LAIRD, 1983). Pero además de estos rasgos que aumentan su potencia y flexibilidad computacional, la teoría intenta superar algunas de las limitaciones clásicas que aquejan a las teorías computacionales en su calidad de teorías asociacionistas. Los tres supuestos de los que parten HOLLAND y cols. (1986) suponen un reconocimiento explícito de la imposibilidad de generar una teoría del aprendizaje de conceptos basada exclusivamente en criterios sintácticos, al mismo tiempo que un intento de elaborar mecanismos computacionales que no sean únicamente sintácticos. Por ello, al analizar esta teoría estamos en cierto modo evaluando las posibilidades actuales de que el asociacionismo computacional supere sus propios límites, tanto en relación con la representación del conocimiento como con el aprendizaje.

Desde el punto de vista representacional, la teoría de la inducción pragmática resulta muy potente y flexible. Parece posible representar incluso muchos de los conocimientos científicos complejos mediante modelos mentales constituidos por sistemas de producción. El carácter implícito de este tipo de representaciones se adecúa además a los datos disponibles sobre los conceptos formados espontáneamente. Estos datos muestran que la gente dispone de teorías implícitas sobre el mundo, que son, en muchos casos, inaccesibles a la conciencia (FURNHAM, 1988, POZO y CARRETERO, 1987). De hecho, una parte importante del cambio de esos conceptos consiste en hacer explícitas esas teorías o representaciones (POZO, 1987a). En la terminología de la formación de conceptos diríamos que el cambio conceptual requiere, en algún momento, el paso de representaciones mediante modelos mentales o ejemplares a representaciones mediante conceptos explícitos o prototipos. La teoría de la inducción pragmática puede servir para representar ambos tipos de conocimiento. Es por tanto una teoría eficaz desde un punto de vista representacional.

Pero lamentablemente su éxito como sistema de representación de conocimiento no se ve acompañado por un éxito idéntico como modelo para la adquisición de esas mismas representaciones. Aunque la teoría incorpora nuevas restricciones ausentes en otros sistemas computacionales, no parecen suficientes. De hecho, los procesos de aprendizaje de que dispone el modelo son sustancialmen-

te equivalentes a los postulados por la teoría de los esquemas de RUMELHART y NORMAN (1978). Así, el refinamiento es similar al proceso de crecimiento, la generación se basa en procesos de ajuste y la formación de asociaciones y racimos de reglas es equivalente a la reestructuración. La diferencia entre ambas teorías reside, entre otras cosas, en que HOLLAND y cols. (1986) reconocen que, dentro de una teoría computacional, los procesos de reestructuración deben reducirse necesariamente a los procesos más simples de crecimiento y ajuste. Por consiguiente, la única forma efectiva de adquirir nuevas reglas es, además de la instrucción o inserción externa, la inducción mediante generalización y especialización. El problema es que, por más que se intente restringirlos, estos mecanismos son ciegos al contenido de las reglas. Son mecanismos formales o sintácticos. Recordemos la inducción realizada por el sistema en relación con el ambiente lúgubre de los restaurantes chinos. Se pueden hacer otras muchas inducciones similares, formalmente correctas pero semánticamente irrelevantes o incorrectas. Por ejemplo, el contenido de la siguiente inducción «fodoriana» es incorrecto, aunque sintácticamente puede ser una generalización aceptable.

a) Si el conductismo es una teoría asociacionista del aprendizaje, entonces no puede explicar cómo se adquieren los conceptos.
b) Si el ACT es una teoría computacional del aprendizaje, entonces no puede explicar cómo se adquieren los conceptos.

Conclusión: Si X es una teoría del aprendizaje, entonces no puede explicar cómo se adquieren los conceptos.

Para limitar estas sobregeneralizaciones, la teoría impone restricciones pragmáticas al proceso inductivo. Una inducción se realizará cuando se adecúe a los conocimientos activos en el sistema. Ahora bien, ¿esos conocimientos activos pueden considerarse de hecho como restricciones pragmáticas? En otras palabras ¿puede un sistema de computación funcionar de forma pragmática? En nuestra opinión, la pragmática está indisolublemente ligada a dos de los grandes problemas del asociacionismo analizados en la Primera Parte de este trabajo: el problema del significado y el problema de la intencionalidad. Si las metas pragmáticas están definidas por las reglas actualmente activas en el sistema, habría que preguntar ¿quién activa las reglas? ¿para qué se activan? ¿y qué reglas tiene el sistema disponibles para ser activadas? En la teoría de la inducción pragmática de HOLLAND y cois. (1986) el pragmatismo queda reducido a un control de las reglas por sus consecuencias, similar en cierto modo al definido por SKINNER (1981). Otro tanto sucede con otras teorías computacionales pragmáticamente guiadas (por ej., SCHANK, COLLINS y HUNTER, 1986). La actividad pragmática del sistema computacional se reduce a una mera respuesta automática a las demandas ambientales. Las reglas activadas son una respuesta a los estímulos presentados. Y la activación de una regla depende probabilísticamente de su historia anterior de éxitos y fracasos. El problema sigue siendo el origen de esa regla. El modelo propuesto por HOLLAND y cois. (1986), para ser efectivo, debe disponer *ab initio* de una gran cantidad de conocimientos «por programa», sea éste ge-

nético o «insertado» por el teclado. Como el resto de los sistemas computacionales, sólo aprende lo que ya sabe.

En último extremo, como señalábamos en el Capítulo III, no es posible generar conocimiento, o significados, mediante reglas exclusivamente sintácticas. La paradoja de todo sistema computacional, tan bien descrita por FODOR (1980), es que mediante reglas sintácticas actúa *como si* tuviera conocimiento. Pero ya vimos entonces que sólo las mentes pueden conocer; y una mente es algo más que un sistema de computación. En consecuencia, un sistema de computación puede simular que tiene conocimiento pero no puede simular que lo adquiere, porque para adquirir conocimiento por procesos constructivos internos, no mediante inserción de reglas, es necesario tener realmente conocimiento. Esta es la paradoja de las teorías computacionales del aprendizaje, que no es sino una versión actualizada de los límites tradicionales de las teorías de la abstracción o la inducción. Tal vez, para concluir nuestra exposición de las teorías asociacionistas del aprendizaje, sea conveniente precisar los límites, pero también los logros, de las teorías asociacionistas del aprendizaje hasta aquí revisadas. Sólo así conoceremos los ingredientes que debería reunir una teoría para explicar cómo se adquieren los conceptos. Algunos de esos ingredientes los encontraremos más adelante en las teorías organicistas del aprendizaje por reestructuración.

Los límites del aprendizaje por asociación

Todas las teorías del aprendizaje de conceptos que hemos revisado en esta Segunda Parte, desde la teoría conductista de HULL-SPENCE hasta los diversos modelos computacionales, pasando por todos los miembros de la familia de teorías probablísticas de la adquisición de conceptos naturales, comparten una misma fundamentación asociacionista del proceso de aprendizaje. Como señala BOLTON (1977), toda teoría de la adquisición de conceptos supone, explícita o implícitamente, una opción sobre la naturaleza de la realidad y, en definitiva, una toma de posición epistemológica. En la mayor parte de las teorías revisadas esa opción se halla implícita, aunque en algunos casos se expresa claramente (por ej., ROSCH, 1977). Como veíamos en la Primera Parte, las teorías asociacionistas adoptan una postura definida con respecto a las naturaleza del conocimiento y a la forma en que se adquiere. Esa postura tiene como rasgos sobresalientes el elementismo, el empirismo y el realismo o correspondencia entre realidad y conocimiento.

En su aplicación al estudio de los conceptos y su formación, estos rasgos dan lugar a teorías componenciales de los conceptos, según las cuales los conceptos vienen definidos como la lista de rasgos que las instancias del concepto tienen en común (GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN, 1983). Prácticamente sin excepción, las teorías que hemos venido revisando tratan los conceptos como si fueran entidades reales y no nominales y parten de la idea de que su definición viene dada por sus referentes o elementos componentes y no por su sentido o conexión «hacia arriba» con otros conceptos. Por consiguiente, en relación con

el aprendizaje de conceptos, el asociacionismo da lugar a teorías de la abstracción o inducción de conceptos. La idea de que los conceptos se forman extrayendo o abstrayendo las regularidades existentes en la realidad se remonta a ARISTÓTELES, el padre del asociacionismo, y dentro de la filosofía moderna es recogida por el empirismo británico. La teoría de la abstracción ha sido objeto de numerosas críticas en la filosofía (por ej., PEIRCE, 1931-1935; PUTNAM, 1975; QUINE, 1960; REY, 1983), pero, en cambio, ha sido aceptada con entusiasmo en la psicología. Así, las teorías revisadas hasta ahora comparten tres supuestos básicos con respecto a la inducción o abstracción que han sido fuertemente contestados en la filosofía (BOLTON, 1977):

a) Los conceptos se forman mediante el reconocimiento de similitudes entre objetos.
b) El progreso en la formación de conceptos va de lo particular a lo general.
c) Los conceptos concretos son primarios, ya que constituyen la base para la adquisición de conceptos más abstractos.

A partir de estos supuestos comunes, las distintas teorías difieren en los mecanismos o procesos de aprendizaje que dan cuenta de esa abstracción y en los resultados producidos por ese aprendizaje, que da lugar ya sea a conceptos probabilísticos o de estructura difusa o a conceptos clásicos o bien definidos. Pero estas diferencias no son sino formas distintas de desarrollar los mismos supuestos asociacionistas subyacentes y, por consiguiente, todas las teorías estarán sujetas a las limitaciones propias del asociacionismo. No vamos a detallar aquí nuevamente las causas del fracaso del asociacionismo, ya sea conductual o computacional, en su intento de elaborar una Teoría General del conocimiento y el aprendizaje. Baste recordar que los dos grandes escollos del asociacionismo, la ausencia de una organización en el sujeto psicológico, que se traduce en una imposibilidad de explicar la coherencia conceptual (MURPHY y MEDIN, 1985), y la incapacidad de explicar el origen de los sisgnificados, se encuentran presentes en todas las teorías revisadas, incluso en las más sotisficadas teorías computacionales.

Pero si el asociacionismo, en cualquiera de sus versiones, carece de una Teoría General del Aprendizaje –imprescindible desde sus supuestos epistemológicos– no debemos menospreciar sus aportaciones a la elaboración de esa Teoría. Aunque se trate de una aportación insuficiente, contiene algunos elementos que pueden resultar necesarios para cualquier intento de establecer una teoría del aprendizaje, y más específicamente del aprendizaje de conceptos. Especialmente, la precisión y el detalle con los que se han desarrollado los modelos computacionales, unidos a su potencia de cálculo, permiten simular algunas conductas conceptuales relevantes y especificar la función de algunos mecanismos. Así, las teorías computacionales resultan eficaces desde un punto de vista representacional, especialmente a partir de la adopción de sistemas con gran capacidad de procesamiento paralelo que permiten un formato representacional implícito, sea

en forma de modelos mentales (HOLLAND y cols., 1986) o de memoria distribuida (MCCLELLAND, RUMELHART y PDP, 1986). Dado que gran parte del conocimiento humano es implícito, la existencia de sistemas que construyen las representaciones «sobre la marcha» en función de las necesidades contextuales puede ser muy útil para estudiar ese conocimiento implícito. Sin embargo, resulta peligroso reducir todo el conocimiento a ese tipo de representaciones (NORMAN, 1986), como sucede en el nuevo conexionismo de MCCLELLAND, RUMELHART y el grupo PDP (1986), ya que una buena parte del conocimiento conceptual sigue siendo explícito. Además, la adopción de la teoría del ejemplar como modelo único en la representación de conceptos plantea problemas insalvables con respecto a la adquisición de conceptos, especiamente debido a la ausencia de restricciones que permitan explicar la coherencia conceptual (MURPHY y MEDIN, 1985). Si los conceptos estuvieran representados sólo por sus ejemplares correspondientes sería muy difícil explicar su consistencia interna. La existencia de ejemplares no es incompatible con la representación mediante prototipos. El riesgo del «monoteísmo teórico» es sin embargo inherente prácticamente a cualquier aportación nueva en psicología. Como señala RICHELLE (1982) lo malo de la psicología actual no es que haya muchas teorías diferentes sino que cada una de ellas se concibe como la teoría correcta.

Además de esta capacidad representacional, las teorías computacionales aportan una considerable dosis de precisión a los mecanismos del aprendizaje por asociación, como son el crecimiento o fortalecimiento de los conceptos y el ajuste de los mismos por generalización y discriminación. En cuanto al crecimiento, las teorías computacionales han supuesto un nuevo y necesario impulso para el estudio de los efectos de la práctica en el aprendizaje. Las distintas versiones computacionales de la «ley del ejercicio», basadas en el concepto de fuerza asociativa y en la existencia de mecanismos de activación excitatoria e inhibitoria (por ej., ANDERSON, 1983; MCCLELLAND, RUMELHART y el grupo PDP, 1986; NEWELL y ROSENBLOOM, 1981; ROSENBLOOM y NEWELL, 1987) constituyen una de las más importantes aportaciones de las teorías computacionales al estudio del aprendizaje. La práctica es, sin duda, un elemento necesario para la formación de conceptos. Pero en ningún caso es suficiente. La práctica mejora y consolida la ejecución (por ej., la identificación de conceptos), pero no la modifica (formación de conceptos). El estudio de los efectos de la práctica está también relacionado con el interés de las teorías computacionales por la adquisición y automatización de destrezas. Esto es importante porque una parte de la conducta conceptual (nuevamente identificar o clasificar los objetos) es a menudo automática. Sin embargo, hay otra parte de esa conducta, en especial el aprendizae de nuevos conceptos o la modificación de los anteriores, que resulta difícilmente explicable por mecanismos automáticos, como ha reconocido el propio ANDERSON (1987; también NORMAN, 1986).

Además de los efectos de la práctica y los procesos de automatización, las teorías computacionales han desarrollado con notable precisión los mecanismos de ajuste de conceptos mediante generalización y diferenciación. Han mostrado cómo un sistema de procesamiento, sea humano o artificial, puede ir afinando su

conocimiento a las demandas de la realidad. Sin embargo, este ajuste es limitado. Para que el sistema ajuste sus conceptos debe poseerlos ya. Los sistemas computacionales son incapaces de explicar el origen de esos conocimientos, ya que en última instancia, como sabemos, un sistema computacional no tiene conocimiento sino que sólo procesa mecánicamente información. Ello hace que, en ciertos contextos restringidos *ab initio* por programa, el sistema pueda ajustar sus conceptos. Pero, dado que el sujeto computacional carece de organización interna y, como consecuencia de ello, de capacidad real de comprensión, el aprendizaje computacional es más aparente que real. Sólo se produce en tareas externamente restringidas. Ello explica la aparente contradicción entre las críticas que venimos realizando a la capacidad del procesamiento de información para proporcionar una teoría del aprendizaje y la aparición de numerosos informes y publicaciones sobre «máquinas que aprenden» (por ej., MICHALSKI, CARBONELL y MITCHELL, 1986; MITCHELL, CARBONELL y MICHALSKI, 1986). Es cierto que los computadores pueden aprender, pero sólo en un sentido un tanto trivial. Pueden fortalecer e incluso modificar algo sus reglas pero en condiciones muy limitadas. Básicamente, los programas que aprenden son sistemas expertos en un dominio muy específico, a diferencia del sujeto humano que tiene conocimiento en muchas áreas a la vez, y se automodifican a corto plazo y con propósitos muy específicos, previa y externamente definidos, mientras que el sujeto humano está aprendiendo a lo largo de toda su vida y por motivación no sólo extrínseca sino también intrínseca.

Para que un computador –o en general un sistema computacional– aprendiera en un sentido más real sería necesario, como desean HOLLAND y cols. (1986, pág. 359), que «*el sistema computacional no contenga ninguna estructura que no haya sido producida por los mecanismos inductivos del sistema*». Tal propósito, a nuestro entender, exigiría dotar a los sistemas computacionales de capacidades difícilmente compatibles con su naturaleza asociativa y, en definitiva, sintáctica. La insuficiencia de los modelos sintácticos del aprendizaje está siendo reconocida no sólo desde la psicología (por ej., HOLLAND y cols. 1986; NECHES, LANGLEY y KLAHR, 1987; NORMAN, 1981) sino también desde la Inteligencia Artificial, donde en los últimos años ha surgido una nueva corriente de modelos de aprendizaje «basados en la explicación» (por ej., CARBONELL, 1986; LEBOWITZ, 1986). La necesidad de tener en cuenta los aspectos semánticos (NECHES, LANGLEY y KLAHR, 1987; RUMELHART y NORMAN, 1978) o pragmáticos (HOLLAND y cols. 1986; SCHANK, COLLINS y HUNTER, 1986) en el aprendizaje desemboca en la formulación de mecanismos como la reestructuración (RUMELHART y NORMAN, 1978), el *insight* o control consciente (NORMAN, 1978, 1986) o las restricciones semánticas o pragmáticas en la inducción (HOLLAND y cols. 1986; NECHES, LANGLEY y KLAHR, 1987), que en último extremo resultan muy difíciles de desarrollar desde una teoría computacional, a no ser que se reduzcan a procesos de ajuste o crecimiento, con lo cual pierden casi todo su valor explicativo. El procesamiento de información es un marco excesivamente estrecho para desarrollar una teoría suficiente del aprendizaje. Por suerte no sólo de computaciones vive el hombre. Como señalábamos en el Capítulo III, el sistema cognitivo humano forma parte de un organismo, que

no puede reducirse directamente a un mero mecanismo. Ello permite afrontar el problema del aprendizaje desde una perspectiva organicista que, aunque en muchos aspectos es diametralmente opuesta al asociacionismo, puede, en último extremo, complementar sus aportaciones. De hecho, las teorías organicistas del aprendizaje van a basarse esencialmente en esos mecanismos necesarios para el aprendizaje pero incompatibles con la lógica computacional. Estas teorías conciben ante todo el aprendizaje como un proceso de *reestructuración* de conocimientos. La Tercera Parte del libro está dedicada a analizar algunas de las teorías que desarrollan esta idea.

TERCERA PARTE

APRENDIZAJE POR REESTRUCTURACION

CAPITULO VII

Teorías de la reestructuración[1]

> Un señor toma el tranvía después de comprar el diario y ponérselo bajo el brazo. Media hora más tarde desciende con el mismo diario bajo el mismo brazo.
>
> Pero ya no es el mismo diario, ahora es un montón de hojas impresas que el señor abandona en un banco de una plaza.
>
> Apenas queda solo en el banco, el montón de hojas se convierte otra vez en un diario, hasta que un muchacho lo ve, lo lee, y lo deja convertido en un montón de hojas impresas.
>
> Apenas queda solo en el banco, el montón de hojas se convierte otra vez en un diario, hasta que una anciana lo encuentra, lo lee, y lo deja convertido en un montón de hojas impresas. Luego se lo lleva a su casa y en el camino lo usa para empaquetar medio kilo de acelgas, que es para lo que sirven los diarios después de estas excitantes metamorfosis.
>
> Julio Cortázar. *Historias de cronopios y de famas*.

De la asociación a la reestructuración: la paradoja del aprendizaje

En el Capítulo III observamos que entre el conductismo y el procesamiento de información existe una continuidad mayor de la que en un principio puede pensarse. Ambos enfoques comparten una misma concepción asociacionista del aprendizaje. Ello hace que, especialmente en el área del aprendizaje, la revolución cognitiva sea más aparente que real. Treinta años después del triunfo de la revolución los manuales de Psicología del Aprendizaje siguen teniendo una orientación mayoritariamente conductual. Aunque en los últimos años, como acabamos de ver, han comenzado a surgir teorías del aprendizaje basadas en el procesamiento de información, pueden considerarse como versiones sofisticadas del conductismo (RUSSELL, 1984), por lo que, sin ser su aportación desdeñable, lo que la llamada revolución cognitiva ha venido a proporcionar al estudio del aprendizaje es, en

[1] En la elaboración de este capítulo hemos utilizado parte de trabajos nuestros anteriores, especialmente Pozo (1987a).

el mejor de los casos, cambios cuantitativos, en la potencia asociativa, pero no cambios cualitativos en la forma de abordar el aprendizaje. Si la psicología se hallaba saciada de asociaciones, el procesamiento de información ha aumentado la dosis asociativa bajo la potente máscara de la computación.

Pero el procesamiento de información, si bien es la corriente dominante en la psicología cognitiva, no agota todas las posibilidades del enfoque cognitivo. De hecho, puede hablarse legítimamente de la existencia de dos tradiciones cognitivas distintas. Una, la dominante, de naturaleza mecanicista y asociacionista, representada actualmente por el procesamiento de información. La otra, de carácter organicista y estructuralista, se remonta a la psicología europea de entreguerras, cuando autores como PIAGET, VYGOSTKII, BARTLETT o la escuela de la *Gestalt* oponían al auge del conductismo en la otra orilla del Atlántico una concepción del sujeto humano radicalmente antiasociacionista. En la Tabla 3.1, del Capítulo III,(pág. 59) resumimos algunas de las diferencias entre ambas tradiciones cognitivas. En realidad es más lo que les separa que lo que les une. Por ello, la paulatina recuperación que se está produciendo de esa psicología cognitiva europea, racionalista y antiempirista, es vista por aignos autores como un signo inequívoco de descontento con el procesamiento de información y un anuncio de un inminente divorcio entre las dos culturas de la psicología cognitiva (KESSEL y BEVAN, 1985; LUCCIO, 1982). De hecho, puede decirse que, desde 1956, la corriente organicista y estructuralista ha ido ganando fuerza progresivamente dentro de la psicología cognitiva, actuando como un caballo de Troya dentro del asociacionismo imperante, que va siendo relegado poco a poco (para un relato de este abandono progresivo del asociacionismo en los estudios de memoria y aprendizaje véase VOSS, 1984). Sin duda esta coexistencia ha dado lugar también a numerosas ambigüedades y confusiones, derivadas de la asunción de conceptos teóricos, como por ejemplo los «esquemas», que finalmente resultan incompatibles con el asociacionismo. VOSS (1984, pág. 193) resume con claridad las dos razones fundamentales de esa incompatibilidad: «*Una está relacionada con* lo que *se supone que se aprende. En el asociacionismo clásico, el aprendizaje consiste en formar y reforzar asociaciones entre dos unidades verbales... que se supone que difieren cuantitativamente (en su fuerza) pero no cualitativamente. Hoy, se supone generalmente que se aprenden relaciones entre unidades verbales y así los vínculos pueden diferir cualitativamente. La segunda... está relacionada con* cómo *se aprende algo. En la concepción clásica, se suponía que las asociaciones se desarrollaban y reforzaban mediante la operación de las 'leyes' de la asociación. Las más importantes de las cuales eran la contigüidad y la frecuencia. Hoy, las leyes asociativas suelen considerarse como una explicación insuficiente del aprendizaje, sobre todo porque, en su interpretación tradicional, no tienen en cuenta la adquisición de relaciones ni el desarrollo de estructuras organizadas*».

Tal vez, la diferencia esencial entre el procesamiento de información y el estructuralismo cognitivo resida en la unidad básica de análisis de la que parten. Mientras el procesamiento de información es elementista y parte de las unidades mínimas, considerando que una totalidad puede descomponerse en sus partes (por ej., un concepto es una lista de rasgos), el otro enfoque cognitivo parte de

unidades más molares, en las que el todo no es simplemente la suma de sus partes componentes. VYGOTSKII (1934), uno de los más lúcidos defensores de un enfoque molar en psicología, considera que éste debe basarse en lo que él denomina *análisis por unidades*, donde las unidades serían «*un producto del análisis que, contrariamente a los elementos, conversa todas las propiedades básicas del total y no puede ser dividido sin perderse*». (VYGOTSKII, 1934, pág. 25 de la trad. cast.). Según este psicólogo soviético, el enfoque elementalista de la psicología asociacionista «*puede ser comparado al análisis químico del agua que la descompone en hidrógeno y oxígeno, ninguno de los cuales tienen las propiedades del total, y cada uno de ellos tiene cualidades que no están presentes en la totalidad. Los estudiosos que apliquen este método para buscar la explicación de alguna propiedad del agua, por qué extingue el fuego, por ejemplo, descubrirán con sorpresa que el hidrógeno lo enciende y el oxígeno lo mantiene. Estos descubrimientos no les ayudarían mucho en la solución del problema... La clave para la comprensión de las cualidades del agua no se encuentran en su composición química sino en la interconexión de sus moléculas*» (VYGOTSKII, 1934, págs. 23 y 25 de la trad. cast.).

El estudio de la formación de conceptos a partir de esas unidades o globalidades supone rechazar la idea comúnmente aceptada por todas las teorías revisadas en los capítulos anteriores de que los conceptos quedan definidos por los rasgos o atributos que los definen. Si en la química se diferencia entre una mezcla, constituida por átomos de diversos elementos que conservan sus propiedades originales, y un compuesto, en el que los átomos diferentes *componen* una nueva sustancia con propiedades emergentes, como es el caso del agua, en psicología del aprendizaje puede diferenciarse entra la reducción de un concepto a sus rasgos componentes, defendida por los enfoques hasta ahora analizados, y el establecimiento de su significado a partir de otros conceptos dentro de una teoría o estructura general, posición que adoptarán las teorías de la reestructuración. Las diferencias entre el análisis componencial de los conceptos y su estudio a partir de las teorías de las que forman parte quedan resumidas en la Tabla 5.1., tomada de MURPHY y MEDIN (1985). Estas diferencias son paralelas a la distinción de FREGE (1892) entre la referencia de un concepto, o conjunto de hechos que designa, y su sentido. En otras palabras, implica pasar de estudiar los procedimientos de identificación de un concepto a estudiar su núcleo (MILLER y JOHNSON-LAIRD, 1976) y remite a las diversas dicotomías aparecidas recientemente en el estudio de las representaciones conceptuales (por ej., NEISSER, 1987a; SCHOLNICK, 1983). En definitiva, el paso del asociacionismo al estructuralismo supone pasar de investigar la identificación de conceptos a ocuparse también de su adquisición o formación.

Al admitir que los conceptos no son simples listas de rasgos acumuladas, sino que forman parte de teorías o estructuras más amplias, el aprendizaje de conceptos sería ante todo, el proceso por el que cambian esas estructuras. Por tanto, el proceso fundamental del aprendizaje sería la reestructuración de las teorías de la que forman parte los conceptos. Dado que las teorías o estructuras de conocimiento pueden diferir entre sí en su organización interna, la reestructuración es un proceso de cambio cualitativo y no meramente cuantitativo.

TABLA 7.1. *Diferencias entre las teorías asociacionistas (enfoque basado en la similitud) y organicistas (enfoque basado en las teorías) en el aprendizaje de conceptos según Murphy y Medin (1985).*

Aspecto de la Teoría Conceptual	Enfoque basado en la similitud	Enfoque basado en la teoría
Representación de conceptos	Estructura de similitud, lista de atributos, atributos correlacionados	Atributos correlacionados más principios que determinan qué correlaciones se detectan
Definición de categorías	Varias medidas de la similitud y suma de atributos	Un principio explicativo común a los miembros de la categoría
Unidades de análisis	Atributos	Atributos más relaciones entre atributos y conceptos explícitamente representados
Base de la categorización	Emparejamiento de atributos	Emparejamiento más procesos inferenciales proporcionados por los principios subyacentes
Ponderación de los atributos	Validez y saliencia de atributos	Determinado en parte por la importancia en los principios subyacentes
Estructura interconceptual	Jerarquía basada en atributos compartidos	Red formada por relaciones causales y explicativas así como aquellas propiedades compartidas que se consideren relevantes
Desarollo conceptual	Incremento de rasgos	Cambiar la organización y las explicaciones de los conceptos como resultado del conocimiento sobre el mundo

La adopción de esta perspectiva común hace que las teorías de la reestructuración difieran de las teorías asociacionistas en varios rasgos generales. Así, en su mayor parte, las teorías de la reestructuración consideran el cambio como un proceso inherente al organismo, adoptando una posición organicista. Ello les lleva a interesarse por los procesos de desarrollo y por los cambios a largo plazo más que por los *microcambios* generados experimentalmente. De igual forma, al asumir unidades molares, no elementales, se ocupan de la adquisición de conocimientos complejos organizados en forma de teorías. Si muchas de las teorías asociacionistas se han basado en estudios sobre conceptos como «mesa», «verde» o «triángulo azul pequeño», las teorías de la reestructuración se van a ocupar también de la adquisición de conceptos científicos (AUSUBEL, NOVAK y

HANESIAN, 1978; CAREY, 1985; PIAGET, 1970; VYGOTSKII, 1934) o incluso de la propia creación del conocimiento científico (PIAGET y GARCÍA, 1983; WERTHEIMER, 1945).

Pero la diferencia fundamental entre ambos enfoques, al abordar el aprendizaje de conceptos, reside en la posición constructivista que adoptan. En el capítulo anterior veíamos que el asociacionismo computacional parte de un constructivismo *estático* que, respetando el principio de correspondencia entre las representaciones y el mundo, asume que el sujeto interpreta la realidad a partir de sus conocimientos anteriores. En cambio, las teorías de la reestructuración asumen *además* un constructivismo *dinámico* por el que no sólo se construyen interpretaciones de la realidad a partir de los conocimientos anteriores, sino que también se construyen esos mismos conocimientos en forma de teorías. La diferencia entre el constructivismo estático y dinámico remite, en último extremo, a la propia naturaleza mecanicista y organicista de los dos enfoques. Mientras que los mecanismos son estables y sólo se modifican por intervención exterior, los organismos son, por definición, seres cambiantes, criaturas heraclíteas que no se bañan dos veces en el mismo río ni conocen dos veces con el mismo concepto.

Pero la violación del principio asociacionista de correspondencia tiene sus riesgos. Si las teorías asociacionistas luchan tenazmente con la «paradoja de la inducción» –si disponemos de mecanismos inductivos ¿por qué no inducimos siempre?– y han de esforzarse en la búsqueda de restricciones que nos eviten la pesadilla del extraterrestre enfrentado al Censo de los Estados Unidos y puedan explicar de modo convincente la adquisición de conceptos por procedimientos inductivos, los defensores de las teorías de la reestructuración también tienen su propia pesadilla. Si aprender es reestructurar las propias teorías o estructuras de conocimiento, dentro de la psicología constructivista en la que nos movemos, la reestructuración sería el proceso por el que de una estructura más simple surge otra más compleja. ¿Cómo es esto posible? PASCUAL-LEONE (1980; PASCUAL-LEONE y GOODMAN, 1979; véase también BEREITER, 1985) considera que en esta afirmación se está planteando una paradoja, *la paradoja del aprendizaje*. Quizá la mejor manera de ilustrar esa paradoja sea recurrir a una simple metáfora: en el juego de las *muñecas rusas*, ¿cómo es posible que de una muñeca extraigamos otra más grande en lugar de otra más pequeña? ¿Cómo pueden surgir las operaciones formales de las operaciones concretas? Para que así sea, sostiene PASCUAL-LEONE, deben estar contenidas ya en la estructura precedente. En ese caso, lo que se aprende está ya presente antes del aprendizaje. Esa es la paradoja. Y esa es la pesadilla contra la que deben luchar las teorías de la reestructuración.

Al igual que sucedía con las teorías computacionales, se han propuesto diversas teorías del aprendizaje basadas en la reestructuración, de las que aquí podremos recoger una muestra significativa. Nos ocuparemos fundamentalmente de lo que antes hemos denominado la psicología europea de entreguerras, con la exposición de las concepciones sobre el aprendizaje en la psicología de la *Gestalt*, la teoría de la equilibración de PIAGET y las posiciones de VYGOTSKII con respecto al aprendizaje de conceptos. Por último, nos ocuparemos de una teoría más reciente, orientada hacia la instrucción, la teoría del aprendizaje asimilativo de AUSUBEL. Dejaremos a un lado otras teorías relevantes con orientación evolutiva,

como las teorías de WERNER (1948; WERNER y KAPLAN, 1950), de KLAUSMEIER, GHATALA y FRAYER (1974) o de SIGEL (1983) y BRAINERD (1983), así como otras teorías cognitivas (por ej., SALTZ, 1971) y de la instrucción (véase, CHIPMAN, SEGAL y GLASER, 1985; WITTROCK, 1986).

La «Gestalt»: aprendizaje por «Insight»

La escuela de la *Gestalt* (término alemán que podría traducirse por *configuración o forma*) surge en el contexto de la psicología de comienzos de siglo y constituye, sin duda, un caso paradigmático de la respueta organicista europea a la crisis que entonces padecía la psicología, caracterizada por una escisión similar a la que actualmente se está fraguando en la psicología cognitiva. Por aquel entonces, a ambos lados del océano se había llegado al convencimiento de que el asociacionismo estructuralista, que pretendía abordar el estudio analítico de la conciencia mediante la introspección, en busca de una especie de química mental o de los elementos puros de la conciencia, estaba condenado al fracaso. Pero la respuesta no pudo ser más dispar a uno y otro lado del océano. Mientras la psicología americana, profundamente imbuida de las concepciones empiristas, se mantenía dentro del asociacionismo pero renunciando al estudio de los procesos mentales superiores, fermentando así las ideas básicas del conductismo, un grupo de psicólogos alemanes a cuya cabeza estaban KÖHLER y WERTHEIMER, optó por seguir estudiando esos procesos mentales superiores, pero rechazando el enfoque asociacionista del estructuralismo. De esta forma, casi al mismo tiempo que WATSON (1913) formulaba el manifiesto del conductismo, Max WERTHEIMER (1912) publicaba su célebre artículo sobre la percepción del movimiento aparente, que suele considerarse como el escrito fundacional de la *Gestalt*. Nacían así dos concepciones opuestas de la psicología, cuya suerte histórica sería muy diversa, pero que, bajo diversos ropajes, permanecen hasta nuestros días.

Las ideas que presiden la obra de la *Gestalt* son totalmente opuestas a los principios del asociacionismo. Estas ideas se podrían definir como antiatomistas (en la medida en que rechazan la concepción del conocimiento como una suma de partes preexistentes) y estructuralistas (o antiasociacionistas, ya que conciben que la unidad mímina de análisis es la estructura o la globalidad). En definitiva, se rechaza frontalmente la idea de que el conocimiento tiene una naturaleza acumulativa o cuantitativa, de forma que cualquier actividad o conducta puede descomponerse en una serie de partes arbitrariamente separadas. KÖHLER (1929, pág. 205 de la trad. cast.) expresa esta idea muy prácticamente: «*Nadie puede comprender una partida de ajedrez si únicamente observa los movimientos que se verifican en una esquina del tablero*». Para la *Gestalt*, la psicología debe estudiar el significado y éste no es divisible en elementos más simples. Por ello, las unidades de análisis deben ser las totalidades significativas o *gestalten*.

La Figura 7.1. ilustra la diferencia entre un análisis elementista, por átomos, y una análisis global, por unidades o *gestalten*. Si analizamos esas partituras por elementos, nota a nota, A y B son muy similares, ya que comparten las dos prime-

ras notas, y difieren claramente de C y D, que a su vez son similares entre sí. Sin embargo, esta clasificación por elementos es superficial; de hecho, si esas partículas se tocan al piano, si se conciben como una *Gestalt*, como una melodía y no sólo como notas separadas, los criterios de semejanza son muy diferentes. «*Las dos notas que la clasificación, con el procedimiento atómico, considera como idénticas son, de hecho, muy diferentes en cuanto al papel que desempeñan en la melodía... Así, las dos primeras notas de A y B... difieren en su naturaleza, mientras que, por el contrario, las dos primeras notas de A y C son idénticas a todos los efectos, es decir, estructuralmente, al igual que sucede con las primeras notas de B y D. La clasificación AB/CD es ciega a la estructura; carece de sentido ya que no toma las melodías como un todo, sino que separa las dos primeras notas, trozo a trozo, de su contexto, como si fueran partes independientes*» (WERTHEIMER, 1945, págs. 254-255).

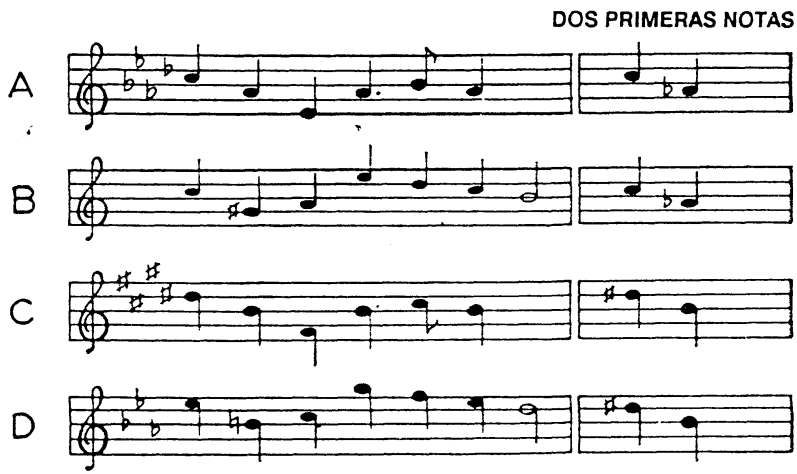


FIGURA 7.1. De estas cuatro partituras, tomadas de Wertheimer (1945, pág. 253), los pares AB/CD tienen una similitud superficial si se analizan por elementos. Sin embargo, estructuralmente, analizadas como una *Gestalt*, la similitud es AC/BD.

Pensamiento productivo y reproductivo

Esta insistencia en la importancia de la *Gestalt* o estructura global de los hechos y los conocimeintos hizo que se concediera mucha más importancia a la comprensión que a la simple acumulación de conocimientos. A este respecto, WERTHEIMER (1945) distinguía entre pensamiento reproductivo y pensamiento productivo. El pensamiento reproductivo sería aquel que consiste simplemente en aplicar destrezas o conocimientos adquiridos con anterioridad a situaciones nuevas. Así, por ejemplo, todos hemos aprendido a aplicar de modo reproductivo la ecuación del «binomio de Newton» para hallar el cuadrado de una suma: $(a+b)^2 = (a^2+b^2+2ab)$. En cambio, el pensamiento productivo sería aquel que im-

plicara el descubrimiento de una nueva organización perceptiva o conceptual con respecto a un problema, una comprensión real del mismo (como comprender el «binomio de Newton» a partir de la Figura 7.2). La ventaja de la «comprensión» o solución productiva de un problema frente al simple aprendizaje memorístico o reproductivo de una fórmula, es que la verdadera comprensión resulta más fácil de generalizar a otros problemas estructuralmente similares. Así, a partir de la Figura 7.2. se halla con facilidad el resultado de $(a+b+c)^2$, $(a+b+c+d+e)^2$, $(a-b)^2$, $(a-b-c)^2$, e incluso se puede generalizar a $(a+b)^3$, $(a+b+c)^3$, etc.

Según WERTHEIMER (1945), lo fundamental para obtener una solución productiva a un problema y comprenderlo realmente es captar los rasgos estructurales de la situación más allá de los elementos que la componen. Mientras que el enfoque asociacionista estudiaba la realidad –y con ella el funcionamiento psicológico– troceándola en partes, que se unían entre sí de modo arbitrario, sin atender a la estructura general, la *Gestalt* va a invertir las relaciones entre la estructura y las partes componentes. La solución de problemas y el aprendizaje no se obtendrían por la asociación de elementos próximos entre sí, sino de la comprensión de la estructura global de las situaciones. Era, por tanto, necesario determinar los procesos mediante los que llega a captarse dicha estructura.

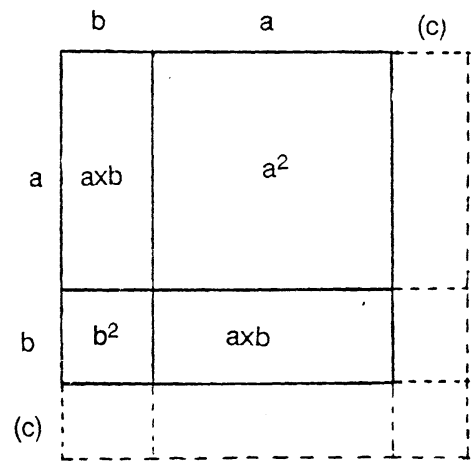


FIGURA 7.2. Representación geométrica del cuadrado de una suma $(a+b)^2$, que facilita un aprendizaje productivo del binomio de Newton, así como su generalización a otros problemas $(a+b+c)^2$.

Reestructuración por *insight*

Los autores de la *Gestalt* realizaron un buen número de ingeniosos experi-

mentos sobre percepción y pensamiento en apoyo de sus formulaciones teóricas (algunos de esos experimentos pueden encontrarse en BURTON y BURTON, 1978; CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984a; MAYER, 1983; DE VEGA, 1984). Algunas de sus invetigaciones consistían en situaciones de aprendizaje que, en términos generales, venían a mostrar la superioridad del aprendizaje por comprensión o reestructuración sobre el simple aprendizaje memorístico o asociativo (por ej., KATONA, 1940).

Ahora bien, ¿cómo se produce esa reestructuración? Las gestaltistas creen que la reestructuración tiene lugar por *insight o comprensión súbita* del problema. En sus clásicos estudios realizados con monos durante su estancia obligada en Tenerife en la Primera Guerra Mundial, KÖHLER (1921) observó cómo resolvían sus sujetos un problema significativo para ellos: estando encerrados en una caja en la que hay unos cestos quieren coger unos plátanos colgados del techo que están lejos de su alcance. Los monos, tras varios intentos baldíos y un período de reflexión, acababan por amontonar los cestos y subidos a ellos alcanzar los plátanos y comérselos triunfalmente. A diferencia de los estudios de los conductistas, en los que los animales aprenden por ensayo y error, los monos de KÖHLER aprenden reorganizando los elementos del problema tras una profunda reflexión. Las diferencias entre ambos tipos de estudios fueron subrayadas con su ironía habitual por Bertrand RUSSELL (1927), pág. 37, cit. en CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1984b, pág. 27): «*Los animales estudiados por los americanos se precipitan frenéticamente, de forma increíblemente apresurada y vigorosa, y al final alcanzan por azar el resultado deseado. Los animales observados por los alemanes se sientan tranquilamente y piensan, y por fin obtienen la solución a partir de su conciencia interna*».

Estas dos formas tan distintas de aprender están presentes también en los estudios con humanos. Mientras los sujetos del conductismo aprenden de modo asociativo, los de la *Gestalt* lo hacen por *insight*. WERTHEIMER, (1945) considera que a cada uno de los mecanismos de aprendizaje asociativo le corresponde un mecanismo alternativo en las concepciones gestalistas. Así, la asociación dejaría de ser un enlace de elementos «ciego» a la estructura, para interpretarse como la comprensión de la relación estructural entre una serie de elementos que se requieren unos a otros. La repetición no produciría conexiones ciegas sino que ayudaría a captar la relación entre los elementos dentro de la estructura. También el ensayo y error dejaría de ser aleatorio para convertirse en una comprobación estructural de hipótesis significativas. Una consecuencia importante es que, en el enfoque gestaltista, el sujeto aprende reinterpretando sus fracasos y no sólo a través del éxito, si bien también puede aprender del éxito si es capaz de comprender las razones estructurales que lo han hecho posible.

Esta contraposición radical de la *Gestalt* con el asociacionismo se refleja también en el tipo de investigación realizada desde ambos enfoques. Los psicólogos alemanes se ocuparon en tareas de aprendizaje mucho más compleajas que las estudiadas por el conductismo. Así, WERTHEIMER (1945) presenta dos ejemplos de cómo se produce la comprensión súbita de la estructura de los problemas científicos. Analiza el descubrimiento de la teoría de la relatividad por EINSTEIN y la com-

prensión de la inercia por parte de GALILEO. En este último caso, muestra que GALILEO descubrió la ley de la inercia cuando se dió cuenta de que el reposo y el movimiento rectilíneo constante eran dos situaciones estructuralmente equivalentes. De esta forma, reorganizó completamente la estructura conceptual de la mecánica, al intepretar el reposo como un caso de velocidad constante. Puede decirse que WERTHEIMER (1945) fue uno de los primeros psicólogos que utilizó sistemáticamente la historia de la ciencia como área de estudio de la psicología del pensamiento y el aprendizaje. Este camino ha sido seguido por otros muchos autores interesados por el aprendizaje por reestructuración, con PIAGET a la cabeza (por ej., PIAGET y GARCÍA, 1983; también el excelente estudio de BARTLETT, 1958), y constituye hoy una fuente de datos cada vez más solicitada en el estudio del aprendizaje humano complejo (por ej., GRUBER, 1981, 1984; TWENEY, DOHERTY y MYNATT, 1981) y en la aplicación de estos estudios a la instrucción (por ej., SALTIEL, y VIENNOT, 1985; también WISER y CAREY, 1983).

Experiencia previa e *insight*

Según muestra WERTHEIMER (1945), la comprensión de un problema está ligada a una toma de conciencia de sus rasgos estructurales. Una nueva estructura surge cuando se logra desequilibrar la estructura anterior (BURTON y BURTON, 1978). Pero ¿cuándo sucede esto?, o en otras palabras, ¿cuáles son las condiciones necesarias para que se produzca un *insight*? En este punto, como en otros muchos, las formulaciones de la *Gestalt* resultan muy vagas. Aunque según algunas interpretaciones simplificadoras, el *insight* sería un proceso repentino o inmediato, algunos gestalistas admiten que puede exigir un largo período previo de preparación. De hecho, así sucede en los casos de EINSTEIN y GALILEO analizados por WERTHEIMER (1945). Pero, aun así, no se especifica lo que sucede durante ese período de preparación y menos aún cuáles son los factores desencadenantes del *insight*. Algunos autores (por ej., WALLAS, 1926) sugieren incluso que esa comprensión súbita se producirá más fácilmente tras un período de «incubación» en el que se deje de lado el problema para realizar otras actividades. Aunque pueda encontrarse algún caso en apoyo de esta idea, posiblemente basado en una menor influencia de la fijeza funcional, a la que nos referiremos más adelante, no parece que la incubación sea una explicación suficiente del *insight* de los procesos cognitivos que están implicados en el mismo. En otras palabras, la *Gestalt* no proporciona una explicación sobre la influencia de la experiencia pasada en la comprensión súbita de un problema. De hecho, el efecto de la experiencia previa más estudiado por los gestaltistas, la *fijeza funcional,* está relacionado más bien con la influencia negativa de esa experiencia, que, según sus investigaciones, en ciertas circunstancias vendría a dificultar la reestructuración del problema en lugar de facilitarla, en un efecto semejante a la tendencia a la verificación postulada por los trabajos recientes en psicología del pensamiento (CARRETERO, y GARCÍA MADRUGA, 1984b). En términos generales, cuando una tarea o problema tenga varias estructuras posibles y alguna de ellas resulte más inmediata o fácil de percibir para el

sujeto, la reestructuración resultará más difícil. Igualmente, cuando en la solución de una tarea entren en juego intereses o motivos personales, el cambio a una estructura distinta de la situación se verá obstaculizado (WERTHEIMER, 1945). En ambos casos la fijeza funcional o resistencia a reestructurar la tarea impedirán su correcta solución y, por tanto, el aprendizaje productivo.

Pero, si bien parece demostrado que la experiencia previa puede en muchos contextos obstaculizar e incluso impedir la reestructuración, sin duda en otras muchas ocasiones la experiencia será una condición necesaria para que la reestructuración se produzca. Pero la relación positiva entre la información acumulada y la reestructuración apenas queda recogida en la teoría de la *Gestalt*. Sin embargo, algunas investigaciones realizadas con posterioridad parecen acreditar la importancia de esa experiencia previa para la producción del *insight*. Por ejemplo, BIRCH (1945) realizó una réplica de los trabajos de KÖHLER (1921) sobre solución de problemas en monos. BIRCH comprobó que, cuando se permitía a los animales tener alguna experiencia previa con los elementos de la tarea por separado, la reorganización global de la situación resultaba más fácil. Parece que, en términos generales, la experiencia previa con un problema ayuda a la solución de problemas estructuralmente similares o al menos que contienen ciertos rasgos estructurales comunes, mientras que puede entorpecer cuando las tareas exigen soluciones nuevas o productivas, produciéndose un fenómeno de fijeza funcional.

El problema que se está planteando aquí es, en último extremo, el de las relaciones entre aprendizaje por asociación o acumulación de conocimientos y el aprendizaje por reestructuración. La posición de la *Gestalt* al respecto es clara: «*todos los efectos ejercidos por el aprendizaje sobre la subsiguiente experiencia constituyen post-efectos de la organización previa. Si aprendizaje... equivale a asociación y si es que estamos en lo correcto, la asociación es un post-efecto de la organización*» KÖHLER, 1929, pág. 227 de la trad. cast.). El propio KÖHLER (1941) mostró la falsedad del principio asociacionista de equipotencialidad, al comprobar que no todas las asociaciones se aprenden con la misma facilidad e interpretó este dato como una muestra de que las asociaciones se producen a partir de una organización previa (HENLE, 1985). El problema es que, al afirmar la influencia de la organización o estructura sobre la asociación pero negar, o al menos no establecer explícitamente, la relación inversa de la asociación a la estructura, los gestaltistas están incurriendo plenamente en la paradoja del aprendizaje a la que aludíamos anteriormente. Admitiendo que todo lo que se aprende sea un efecto de la organización precedente, ¿de dónde surge esa organización? ¿y cómo se producen las reestructuraciones que dan lugar a nuevas formas de organización? Si las nuevas estructuras están ya contenidas potencialmente en las estructuras anteriores, se está negando la posibiblidad del aprendizaje y se está hablando exclusivamente de maduración. Si no están contenidas es necesario explicar su origen. De hecho no es casual que la *Gestalt* defendiera un carácter innato en las leyes de la percepción y la organización del conocimiento.

Las condiciones del *insight*

Pero, junto a esta incapacidad de la *Gestalt* para relacionar la acumulación de conocimientos con la reestructuración, existen otras críticas importantes a este movimiento, además de la vaguedad consustancial a todas sus formulaciones teóricas. Ya VYGOTSKII (1934) criticaba a la *Gestalt* por su incapacidad para explicar los aspectos semánticos del conocimiento. Aunque pretendían estudiar la conducta significativa, los gestaltistas no distinguían entre percepción y pensamiento. Mientras que aquélla se basa en una categorización de los objetos directa, casi inmediata, el pensamiento está mediatizado por estructuras de conceptos cuya naturaleza y origen son bien distintos. Según esta crítica de VYGOTSKII (1934), corroborada por los actuales enfoques ecológicos en el estudio de la categorización, que distinguen entre sus aspectos perceptivos y conceptuales (NEISSER, 1987b), los procesos de reestructuración perceptiva y conceptual son diferentes. De modo más específico, la toma de conciencia o *insight* adquiere dimensiones distintas en uno y otro caso. La toma de conciencia conceptual requiere una reflexión sobre el propio pensamiento que no está necesariamente presente en el *insight* perceptivo. De hecho, las críticas más importantes a la *Gestalt* tienen que ver con el concepto de *insight*. Por un lado, existen serias dudas de que ciertos tipos de conocimientos (por ej., una lengua extranjera o las habilidades de lectoescritura) puedan adquirirse mediante *insight* (GAGNE, 1965). Pero, aunque así fuera, la propia noción de comprensión súbita es, cuando menos, ambigua, como apuntara el propio VYGOTSKII (1934).

Así, BURTON y BURTON (1978) señalan que el *insight* corresponde más a una experiencia subjetiva irrepetible que a un hecho psicológico contrastable. En la misma línea, RESNICK (1933) observa que el sentimiento de comprender repentinamente una cosa puede que no se corresponda con un auténtico aprendizaje –esto es, que no implique una auténtica reestructuración cognitiva– sino más bien con la toma de conciencia de un aprendizaje previamente realizado. En último extremo uno sólo puede tomar conciencia de algo que ya está presente. Esa toma de conciencia desempeñaría un papel terminal importante en el aprendizaje, pero seguiríamos ignorando cuáles son las fases precedentes.

A pesar de estas críticas, los psicólogos de la *Gestalt* han realizado aportaciones importantes para la elaboración de una teoría cognitiva del aprendizaje. Aunque esas aportaciones suelen ser ignoradas, en los últimos años se está produciendo un redescubrimiento de la *Gestalt* (por ej., BECK, 1982; HENLE, 1985; ROBERSTON, 1986). Esa recuperación se hace incluso desde posiciones computacionales, como muestra NEWELL (1985) al analizar las aportaciones de DUNCKER (1945) al estudio de la solución de problemas, señalando su coincidencia con muchas de las ideas desarrolladas, décadas más tarde, por el procesamiento de información. Pero tales coincidencias no deben ocultar disparidades más profundas. Aunque NEWELL (1985) llega incluso a proponer un modelo computacional del *insight* y está convencido de que el propio DUNCKER (1945) adoptaba un punto de vista computacional *avant la lettre*, reconoce finalmente que DUNCKER no había llegado a «exorcizar por completo el homúnculo de la psicología», cosa que

sí se ha propuesto decididamente la ciencia cognitiva. No parece que la eliminación de la conciencia sea uno de los propósitos de los esfuerzos de la *Gestalt*, sino al contrario, puede considerarse que una de sus aportaciones más relevantes es precisamente la recuperación de la conciencia para el estudio del aprendizaje, aunque sea de modo impreciso. Esta recuperación, vinculada a su proyecto antiasociacionista, es no sólo uno de sus logros sino también una de las razones de su prolongado exilio en el interior de la psicología americana, adonde emigraron los gestaltistas alemanes huyendo del nazismo.

Aunque históricamente la *Gestalt* sucumbió ante el empuje del conductismo, sus ideas conservan buena parte de su vigor original. En numerosas ocasiones se ha anunciado la muerte de la *Gestalt* como movimiento. Pero, como señala HENLE (1985), un muerto que es enterrado con tanta frecuencia, debe tener una extraña vitalidad. Por nuestra parte, la vitalidad de la *Gestalt* como teoría del aprendizaje se resume, a pesar de sus limitaciones, en su insistencia en la superación de un enfoque atomista, que debería ser sustituido por un estudio molar del conocimiento y de los procesos cognitivos, en el que la unidad básica de análisis fuera la estructura.

Pero, además de estas ideas generales para la elaboración de un nuevo enfoque en psicología del aprendizaje, la *Gestalt* ha aportado también algunos conceptos que, aunque en su formulación inicial puedan resultar vagos o poco operativos, esbozan algunos de los conceptos nucleares de una teoría del aprendizaje alternativa al asociacionismo. Así, distinguen entre el pensamiento reproductivo y productivo y, en consecuencia, entre aprendizaje memorístico y comprensivo, siendo este último producto del *insight* o reestructuración súbita del problema. Además, en la *Gestalt* esa reestructuración queda vinculada al concepto de equilibrio. Esta misma idea será desarrollada por PIAGET, hasta el punto de convertirse en el núcleo central de su teoría del aprendizaje, que abordamos a continuación.

La teoría de la equiiibración de Piaget

En cualquier repaso a las teorías psicológicas del aprendizaje es obligado referirse a la obra de PIAGET. Y sin embargo, PIAGET se ocupó en muy pocas ocasiones de los problemas del aprendizaje y casi siempre con un cierto distanciamiento. De hecho, según señala una de sus máximas estudiosas (VUYK, 1980), entre su inmensa obra publicó una sola experiencia de aprendizaje como coautor (INHELDER, BLANCHET, SINCLAIR y PIAGET, 1975), además del prólogo al libro sobre aprendizaje de INHELDER, SINCLAIR y BOVET (1974). Pero este rechazo de PIAGET por los problemas del aprendizaje es más terminológico que real. De hecho, PIAGET (1959) distinguía entre *aprendizaje en sentido estricto*, por el que se adquiere del medio información específica, y *aprendizaje en sentido amplio*, que consistiría en el progreso de las estructuras cognitivas por procesos de equilibración. PIAGET considera que el primer tipo de aprendizaje, representado principalmente por el condicionamiento clásico y operante (PIAGET, 1970), está subordinado al segundo o, dicho de otra forma, que el aprendizaje de conocimientos específicos depende

por completo del desarrollo de estructuras cognitivas generales, que él formaliza en términos lógicos (para resumen de la teoría piagetiana de los estadios véase PIAGET, 1970; también FLAVELL, 1963, 1977). Esta posición de PIAGET con respecto a las relaciones entre aprendizaje y desarrollo le lleva a negar cualquier valor explicativo al aprendizaje por asociación, ya que, según él, «*para presentar una noción adecuada del aprendizaje, hay primero que explicar cómo procede el sujeto para construir e inventar, no simplemente cómo repite y copia*» (PIAGET, 1970, pág. 27 de la trad. cast.). Como veremos más adelante, esta posición conduce a un intento de reducir el aprendizaje asociativo a una situación especial de aprendizaje por reestructuración, reducción que tendrá importantes consecuencias para la teoría piagetiana del aprendizaje.

De momento, conviene destacar que, para PIAGET, el progreso cognitivo no es consecuencia de la suma de pequeños aprendizajes puntuales, sino que está regido por un proceso de equilibración. De esta forma, PIAGET se adhiere a una larga tradición dentro de la psicología (en la que están incluidos autores como DEWEY, FREUD o W. JAMES, además de la escuela de la *Gestalt*, como acabamos de ver) que considera que el comportamiento y el aprendizaje humanos deben interpretarse en términos de equilibrio (para un análisis crítico de esta tradición véase HAROUTOUNIAN, 1983). Así, el aprendizaje se produciría cuando tuviera lugar un desequilibrio o un conflicto cognitivo (CANTOR, 1983; HEWSON y HEWSON, 1984; MURRAY, 1983; ZIMMERMAN y BLOM, 1983). ¿Pero qué es lo que está en equilibrio y puede entrar en conflicto? En el caso de PIAGET, son dos procesos complementarios: la *asimilación y la acomodación*.

Asimilación y acomodación

Tal como destaca FLAVELL (1977, 1985), la teoría piagetiana del conocimiento, basada en una tendencia a un equilibrio cada vez mayor entre los procesos de asimilación y de acomodación, tiene por objeto explicar no sólo cómo conocemos el mundo en un momento dado sino también cómo cambia nuestro conocimiento sobre el mundo. En relación con ambos aspectos, el acto de conocer y el cambio en el conocimiento, la teoría de PIAGET asume una posición inequívocamente constructivista, al defender un constructivismo tanto estático (por ej., en la categorización) como dinámico (por ej., en la formación de categorías). La explicación de ambos tipos de construcción se debe, según PIAGET, a la tendencia al equilibrio entre los dos procesos mencionados, la asimilación y la acomodación.

Usando una metáfora tomada de la biología, PIAGET (1970, pág. 18 de la trad. cast.) dice que la «*asimilación es la integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el organismo*». Así, en términos psicológicos, la asimilación sería el proceso por el que el sujeto intepreta la información que proviene del medio, en función de sus esquemas o estructuras conceptuales disponibles. Por ejemplo, los bebés conocen el mundo a través de los esquemas de succión (PIAGET, 1936). Asimilan todos los objetos a sus activiades de succión. En cambio, los adultos disponemos de esquemas más complejos para asimilar la

realidad. Así, la categorización conceptual sería un claro ejemplo de asimilación de un objeto a un esquema cognitivo.

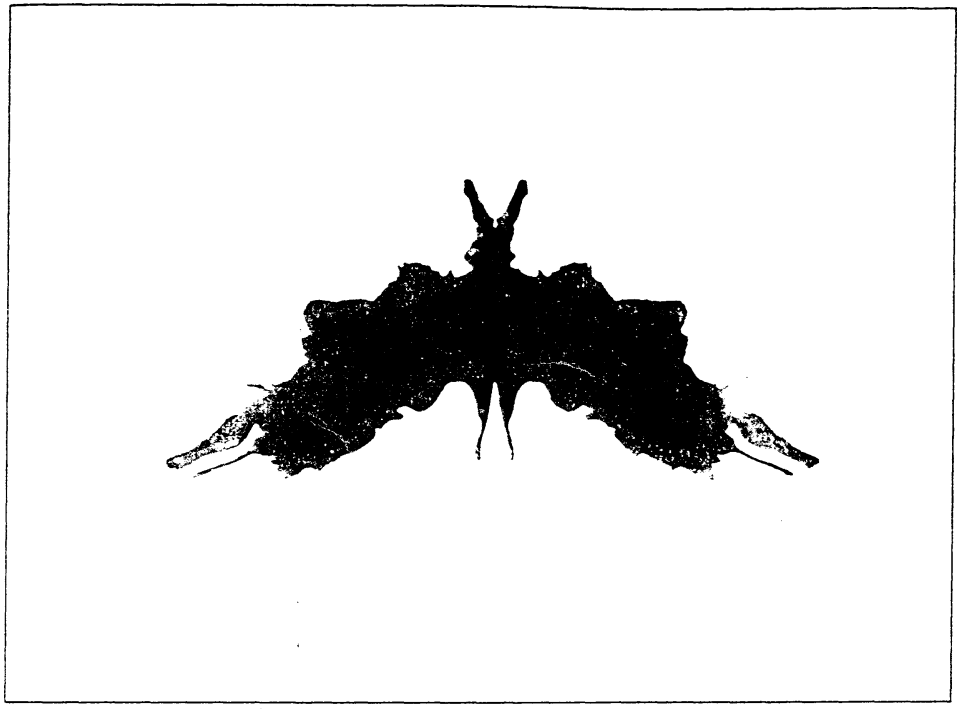


FIGURA 7.3. Lámina V del test de Rorschach.

Para ilustrar el proceso de asimilación, tomemos un ejemplo sugerido por FLAVELL (1977, 1985), que constituye además una acertada metáfora de toda la teoría piagetiana del conocimiento. El lector debe mirar atentamente la Figura 7.3. ¿Qué ve en ella? La mayor parte de las personas adultas que han visto esa figura dicen que se trata de una mariposa o de un murciélago (EXNER, 1974). Sin embargo, la Figura 7.3. es sólo una mancha de tinta hecha sobre un papel que posteriormente ha sido doblado. Se trata de la lámina V del conocido test de Rorschach. Es éste un test proyectivo en el que las personas son enfrentadas a una serie de estímulos ambiguos a los que deben atribuir significado. Al margen de otras posibles interpretaciones clínicas, psicoanalíticas o simplemente perceptivas que puedan darse a la respuesta «murciélago» o «mariposa», puede hacerse una interpretación piagetiana de la construcción –o proyección– de la respuesta. Aunque los sujetos se ven enfrentados a un estímulo carente de significado, una simple y caprichosa mancha de tinta, *asimilan* ese estímulo a uno de sus esquemas o conceptos disponibles: el concepto de murciélago o de mariposa. De hecho, todo nuestro conocimiento procede así. El mundo carece de significados propios y somos nosotros los que *proyectamos* nuestros propios significados so-

bre una realidad ambigua como una mancha de tinta. Recuperando una vez más la sentencia de KOFFKA, «*vemos las cosas no como son sino como somos nosotros*». Asimilamos las vagas formas del mundo a nuestras ideas. Así conocemos, adaptando las cosas a la forma y el conocimiento de nuestros conceptos.

Pero si el conocimiento se basara sólo en la asimilación, viviríamos en un mundo de fantasías y fabulaciones muy próximo al de *Alicia en la país de las maravillas*. Las cosas no serían sino lo que nosostros quisiéramos o pretendiéramos que fueran. Aunque impongamos sobre la realidad nuestros propios significados, el mundo parece regirse por sus propias leyes. Puedo creer que este bolígrafo es un avión y que la chica de mis sueños por fin se interesa por mí, pero finalmente el bolígrafo caerá al suelo y se romperá la punta y la chica estará buscando sólo mis apuntes. Si únicamente existiese la asimilación, gran parte de nuestros conocimientos serían fantásticos y conducirían a continuas equivocaciones. Es necesario, por ello, un proceso complementario, que PIAGET denomina acomodación. Gracias a él, nuestros conceptos e ideas se adaptan recíprocamente a las características, vagas pero reales, del mundo. Ante la Figura 7.3. las personas activan determinados esquemas de asimilación y no otros. Nadie o casi nadie ve un búfalo o un pelícano. Aunque se trate de una mancha de tinta, su contorno sugiere ciertos objetos y no otros.

Pero la acomodación no sólo explica la tendencia de nuestros conocimientos o esquemas de asimilación a adecuarse a la realidad, sino que, sobre todo, sirve para explicar el cambio de esos esquemas cuando esa adecuación no se produce. Si mis esquemas son insuficientes para asimilar una situación determinada, probablemente modificaré alguno de mis esquemas, adaptándolo a las características de la situación. Es así como PIAGET (1970, pág. 19 de la trad. cast.) define la acomodación. «*Llamaremos acomodación a cualquier modificación de un esquema asimilador o de una estructura, modificación causada por los elementos que se asimilan*». A medida que el niño aplica una y otra vez su esquema de succión a objetos diferentes, el esquema va adaptándose a los objetos chupados. Del mismo modo, el bebé que es capaz de ver pero no de mirar, adquiere los esquemas de mirada modificando sus esquemas de asimilación iniciales a medida que fija su vista en los objetos y la adapta a la forma y movimiento de éstos. La adquisición de nuevos conceptos en los adultos por modificación de otros conceptos anteriores sería también un ejemplo de acomodación.

Pero la acomodación supone no sólo una modificación de los esquemas previos en función de la información asimilada, sino también una nueva asimilación o reinterpretación de los datos o conocimientos anteriores en función de los nuevos esquemas construidos. La adquisición de un nuevo concepto puede modificar toda la estructura conceptual precedente. Cuando, por fin, entiendo lo que la chica de mis sueños quiere de mí, comprendo por qué es tan amable conmigo en ciertos asuntos y tan esquiva en otros. Según la metáfora de DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN (1985), un conocimiento recién adquirido sería como un alumno nuevo que se incorpora a una clase una vez comenzado el curso. Según las características del alumno y del grupo al que se incorpora, su influencia sobre la clase puede ser diversa: puede no relacionarse con sus compañeros y permanecer aislado,

puede juntarse con algún grupo ya formado o puede ser un líder que revolucione toda la clase. Lo mismo sucede con los conocimientos nuevos: pueden consistir en un saber aislado, integrarse en estructuras de conocimiento ya existentes, modificándolas levemente, o reestructurar por completo los conocimientos anteriores.

Como se puede ver, ambos procesos, la asimilación y la acomodación, se implican necesariamente: «*no hay asimilación sin acomodación pero... la acomodación tampoco existe sin una asimilación simultánea*» (PIAGET, 1970, pág. 19 de la trad. cast). Según PIAGET, el progreso de las estructuras cognitivas se basa en una tendencia a un equilibrio creciente entre ambos procesos. Cuanto mayor sea ese equilibrio, menores serán los fracasos o errores producidos por las asimilaciones o intepretaciones de las cosas. Pero también, y esto es muy importante, sólo de los desequilibrios entre estos dos procesos surge el aprendizaje o el cambio cognitivo.

PIAGET elaboró, a lo largo de su obra, varios modelos del funcionamiento de ese proceso de equilibración. En el último de ellos (PIAGET, 1975; véase también COLL, 1983; HAROUTOUNIAN, 1983; VUYK, 1980) sostiene que el equilibrio entre asimilación y acomodación se produce –y se rompe– en tres niveles de complejidad creciente:

1) En el primer nivel, los esquemas que posee el sujeto deben estar en equilibrio con los objetos que asimilan: Así, cuando la «conducta« de un objeto –por ej., un objeto pesado que flota– no se ajusta a las predicciones del sujeto, se produce un desequilibrio entre sus esquemas de conocimiento –es el peso absoluto el que determina la flotación de los cuerpos (CARRETERO, 1984)– y los hechos que asimilan.
2) En este segundo nivel, tiene que existir un equilibrio entre los diversos esquemas del sujeto, que deben asimilarse y acomodarse recíprocamente. De lo contrario, se produce un «conflicto cognitivo» o desequilirio entre dos esquemas. Así sucede, por ejemplo, con los sujetos que piensan que la fuerza de la gravedad es la misma para todos los cuerpos y, sin embargo, los objetos más pesados caen más deprisa (POZO, 1987a, 1987c).
3) Por último, el nivel superior del equilibrio consiste en la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados. Así, por ejemplo, cuando un sujeto adquiere el concepto de fuerza, debe relaclonarlo con otros conceptos que ya posee (masa, movimiento, energía) integrándolo en una nueva estructura de conceptos (POZO, 1987a; WEST y PINES, 1985). En este caso, la acomodación de un esquema produce cambios en el resto de los esquemas asimiladores. De no ser así, se producirán continuos desequilibrios o conflictos entre esos esquemas.

Es obvio que estos tres niveles de equilibrio están –también ellos– jerárquicamente integrados. Un desequilibrlo en el tercer nivel acabará produciendo conflictos en el segundo (contradicciones entre afirmaciones sucesivas del sujeto) y en el primero (predicciones erróneas). Pero en los tres casos los desequilibrios

muestran la insuficiencia de los esquemas disponibles para asimilar la información presentada y, por tanto, la necesidad de acomodar esos esquemas para recuperar el equilibrio. Pero ¿cómo se superan esos desequilibrios?

Respuesta a los conflictos cognitivos: la toma de conciencia

Según PIAGET (1975) habría dos tipos globales de respuesta a las perturbaciones o estados de desequilibrio. Las respuestas no adaptativas consistirían en no tomar conciencia del conflicto existente, esto es, en no elevar la perturbación a rango de contradicción. Es obvio, que, al no concebir la situación como conflictiva, el sujeto no hará nada por modificar sus esquemas. En este sentido, la respuesta no es adaptativa, ya que no produce ninguna acomodación y, por tanto, ningún aprendizaje, no ayudando en absoluto a superar el conflicto latente entre los esquemas y los objetos asimilados. Las respuestas adaptativas serían aquellas en las que el sujeto es consciente de la perturbación e intenta resolverla. Las respuestas adaptativas pueder ser de tres tipos:

a) La regulación de la perturbación no se traduce en un cambio del sistema de conocimientos, ya sea porque la perturbación es muy leve y puede ser corregida sin modificar el sistema o porque, siendo fuerte, se ignora o no se considera (es la respuesta de tipo *alpha*).
b) El elemento perturbador se integra en el sistema de conocimientos, pero como un caso más de variación en el interior de la estructura organizada (respuesta *beta*).
c) Hay una anticipación de las posibles variaciones que dejan de ser perturbaciones para convertirse en parte del juego de transformaciones del sistema (respuesta *gamma*).

A grandes rasgos, las respuestas adaptativas al desequilibrio se corresponden con las tres formas de reaccionar la clase ante el alumno nuevo: no aceptarlo, integrarlo en sus estructuras o modificar sus estructuras para recibirlo. Según PIAGET (1975), estas respuestas poseen una eficacia creciente, de forma que las respuestas *gamma* dan lugar a una profunda reestructuración de los conocimientos y, por tanto, permiten acceder a niveles superiores de equilibrio. Existe una estrecha correspondencia entre estos tres tipos de respuesta y las reacciones de los científicos ante las anomalías de los hechos, tal como han sido establecidas por LAKATOS (1978) en el marco de su teoría (POZO, 1987a). En un análisis que hemos realizado de los cambios conceptuales producidos en dos áreas temáticas –mecánica newtoniana e historia– durante la solución de problemas por expertos y novatos en esas áreas, hemos podido comprobar que, en ambos casos, es muy raro que los sujetos cambien el núcleo de sus concepciones (respuesta *gamma*) como consecuencia de los conflictos hallados en la solución de la tarea (véase respectivamente POZO, 1987a; POZO y CARRETERO, 1989). En otras palabras, raramente los desequilibrios dan lugar a una acomodación óptima de los esquemas de conocimiento, al menos en el caso del conocimiento científico que, como es

sabido, es el principal objeto de los estudios piagetianos. Aquí surge un nuevo interrogante, ¿cuándo se produce esa acomodación óptima (y por extensión el resto de las respuestas adaptativas)? O dicho de otra forma ¿qué condiciones ha de reunir el desequilibrio para que dé lugar a un verdadero progreso en el conocimiento?

En el caso de PIAGET, como en el de LAKATOS (véase Capítulo I) esas condiciones están relacionadas con el grado de desarrollo y coherencia interna de la teoría o sistema conceptual que sea contrastado con los hechos. Existe una interacción compleja entre el conjunto de esquemas de asimilación y la realidad asimilada. De esa interacción surge la reestructuración. En el caso de PIAGET se especifican con mayor detalle que en el de LAKATOS los procesos por los que se modifica una teoría o un conjunto de esquemas. PIAGET y GARCÍA (1983) encuentran que toda teoría o conjunto de esquemas organizados se ve sometida en su desarrollo a tres tipos de análisis que implican una reorganización jerárquica progresiva:

a) Análisis *intraobjetal*, mediante el cual se descubren una serie de propiedades en los objetos o en los hechos analizados (por ej., en el caso de la mecánica newtoniana el peso de los objetos, su movimiento, etc.)
b) Análisis *interobjetal*, por el cual se establecen relaciones entre los objetos o características antes descubiertos. Estas relaciones permiten explicar las transformaciones que se producen en situaciones causales (por ej., la velocidad de dos bolas en un choque determina la distancia a la que se desplazan).
c) Análisis *transobjetal*, que consiste en establecer vínculos entre las diversas relaciones construidas, de forma que compongan un sistema o estructura total, reduciendo así las perturbaciones posibles (por ej., elaboración de un modelo explicativo, tal como el «modelo newtoniano de mundo»).

Lo importante de esta secuencia es que, según PIAGET y GARCÍA (1983), se repite siempre que una teoría o sistema de conceptos es sustituida por otra, ya sea en la génesis individual o en la historia de la ciencia. Cuando una teoría ha quedado construida como sistema cerrado (por ej., las Leyes de NEWTON), puede empezar a modificarse mediante un análisis interobjetal de las categorías absolutas definidas en la teoría (por ej., espacio y tiempo son para EINSTEIN relaciones, no categorías absolutas). Estos niveles de análisis de complejidad creciente implican una evolución desde el estudio de los objetos en sí mismo a la reflexión sobre la propia teoría que uno mantiene con respecto a los objetos y su comparación y posible integración con otras ideas. Este progreso se caracteriza por una toma de conciencia progresiva inicialmente con respecto a las cualidades de los objetos y más adelante con respecto a las operaciones o acciones virtuales que se pueden aplicar a esos objetos dentro de un sistema de transformaciones. Esta toma de conciencia conceptual o *tematización* es, sin duda, uno de los núcleos fundamentales del modelo piagetiano del cambio conceptual.

La tematización resulta imprescindible para la atribución a los objetos de las operaciones que les son aplicadas, de modo no consciente, en toda situación causal (PIAGET y GARCÍA, 1971) y ocupa un lugar central en las últimas formulaciones teóricas de PIAGET (1974a, 1974b, 1975, 1977; PIAGET y GARCÍA, 1983). Así, la toma de conciencia resulta esencial para pasar de *tener éxito (reussir)* en un problema a *comprender (comprendre)* por qué se ha tenido éxito o se ha fracasado. En el primer caso, las acciones del sujeto se dirigen únicamente al objeto; en el segundo, cuando intenta comprender, tienen como fin principal conocer y modificar su propio conocimiento.

La toma de conciencia desempeña en la teoría de PIAGET una función similar al *insight* en la distinción de WERTHEIMER (1945) entre el pensamiento reproductivo, que busca repetir el éxito, y el productivo, dirigido a la comprensión. Pero, a diferencia de lo que sucedía en la teoría del aprendizaje de la *Gestalt*, PIAGET (1977) distingue entra la toma de conciencia de las propiedades de los objetos (abstracción empírica) y la toma de conciencia de las propias acciones o conocimientos aplicados a los objetos (abstracción reflexiva). El papel de la toma de conciencia en la conceptualización y el cambio conceptual estaría ligado a esa abstracción reflexiva que conduciría a niveles de equilibrio y desequilibriio cada vez más complejos. Según la clasificación anteriormente presentada, esos niveles irían del conflicto entre una predicción y un observable, en el nivel inferior, al conflicto producido por la integración de nuevos conceptos en la estructura de conocimientos. En palabras de A. MORENO (1989, pág. 61), en la teoría de PIAGET «*el mecanismo de la toma de conciencia aparece en todos sus aspectos como un proceso de conceptualización que reconstruye, y luego sobrepasa en el plano de la semiotización y la representación, lo que se había adquirido en el plano de la acción*».

En cualquier caso, en el marco de la teoría piagetiana del aprendizaje, la toma de conciencia de un conflicto cognitivo debe considerarse como una condición necesaria pero no suficiente para la reestructuración de los conocimientos. Sólo mediante una respuesta adaptativa, con la que el sujeto toma conciencia del conflicto e intenta resolverlo acomodando sus esquemas, puede lograrse una reestructuración. Aun así, no todas las respuestas adaptativas conducen, al menos directamente, a la reestructuración. De hecho, mientras que los desequilibrios entre esquemas y objetos de conocimiento son muy frecuentes, la toma de conciencia de esos conflictos ya no lo es tanto, aunque mucho más que las reestructuraciones, que constituyen un bien realmente escaso. ¿Cuáles son los factores de la tarea, del sujeto o, más probablemente, de la interacción entre ambos que facilitan una más eficaz resolución de los conflictos? ¿Qué condiciones ayudan a la toma de conciencia? Dado el nivel de abstracción (reflexiva sin duda) de la teorización piagetiana, tal vez la mejor forma de obtener una respuesta, aunque sea parcial, a estas preguntas, sea exponer brevemente una situación empírica de entre las realizadas por el equipo de investigación de PIAGET en Ginebra. Esta exposición servirá además como ilustración de toda la teoría piagetiana del aprendizaje.

De entre los estudios sobre aprendizaje realizados por la Escuela de Ginebra uno de los más influyentes, junto con la más completa obra de INHELDER, SINCLAIR

y BOVET (1974), es sin duda una elegante investigación realizada por KARMILOFF-SMITH e INHELDER (1975) y publicada con un título muy indicativo y sugerente: *Si quieres avanzar, hazte con una teoría.* Este estudio, complementario en cierto modo del citado volumen sobre *Aprendizaje y estructuras del conocimiento,* se basó en un trabajo experimental sobre «la actividad espontánea» de niños de 4 a 9 años. Utilizando un método microgenético, es decir de exposición repetida del sujeto a la misma tarea, KARMILOFF-SMITH e INHELDER (1975) investigaron cómo aprendían los niños a equilibrar bloques como los recogidos en la Figura 7.4.

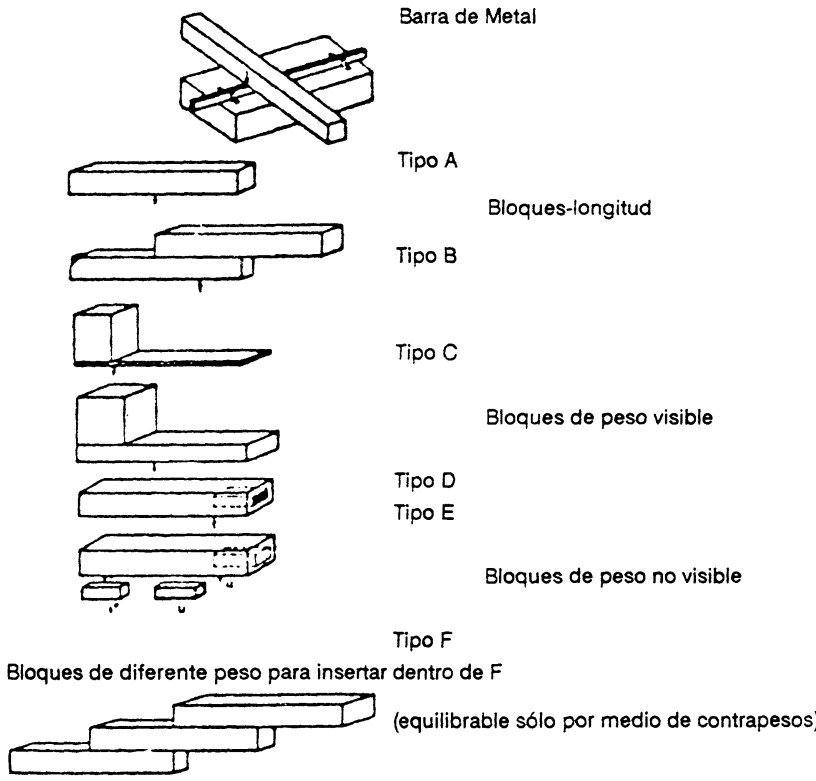


FIGURA 7.4. Bloques utilizados en la investigación de Karmiloff-Smith e Inhelder (1975).

Los resultados que obtuvieron son sumamente ricos, pero aquí destacaremos sólo los que están relacionados de forma directa con la teoría piagetiana del aprendizaje que estamos exponiendo. Prácticamente todos los niños, sea cual fuera su edad, comenzaban por centrar su atención tan sólo en equilibrar los bloques sin preocuparse por las causas de este equilibrio. En la terminología de PIAGET, buscaban sólo tener éxito, orientaban sus esfuerzos hacia el objeto, no hacia su conocimiento del objeto. Por ello, el único elemento eficaz para consolidar este tipo de aprendizaje era el refuerzo proporcionado por el éxito. Pero si todos los niños comenzaban la tarea así, los mayores, tras los primeros fracasos en sus intentos de equilibrar los bloques, iban desviando su atención hacia la compren-

sión del problema, mientras que los pequeños permanecían centrados sólo en la búsqueda del éxito. Ello conducía al hecho aparentemente paradójico de que los niños de 6-7 años fracasaran más veces en sus intentos de equilibrio que los niños de 4-5 años. Tal como destacaba ya WERTHEIMER (1945), mientras que en el aprendizaje reproductivo, que busca el éxito, se aprende sobre todo de los aciertos, en el aprendizaje comprensivo o productivo son los fracasos los que resultan más informativos, porque proporcionan información sobre la insuficiencia asimiladora de nuestros esquemas o conocimientos.

Enfrentados a la comprensión de la tarea, la mayor parte de los niños parecían confiar en una «teoría-en-acción» según la cual los bloques se equilibran cuando se apoyan sobre su centro geométrico, es decir cuando la longitud que queda a cada lado del punto de apoyo es la misma. Esta teoría, implícita ya que los sujetos no siempre eran capaces de verbalizarla, explicaba el comportamiento de algunos bloques (los llamados bloques-longitud, que tienen distribuido el peso simétricamente), pero resultaba errónea cuando se trataba de equilibrar los bloques con peso asimétrico (fuera «visible» o «invisible»). ¿Cómo reaccionaban los niños ante este desequilibrio (no sólo del bloque sino también de su teoría)? En las reacciones recogidas por KARMILOFF-SMITH e INHELDER (1975) hay ejemplos no sólo de respuestas no adaptativas (los niños que ponían un dedo bajo el lado más pesado del bloque), sino también de los tres tipos de respuestas adaptativas. Así, tras reiterados fracasos, algunos niños catalogaban los bloques de peso visible e invisible como «imposibles de equilibrar». Esta clásica respuesta *alpha* a la contradicción implica considerar los contraejemplos como molestas excepciones. Pero cuando esas excepciones se van haciendo frecuentes, es posible que el niño llegue a darse cuenta de la regularidad de la excepción, que pasa a considerarse como una variación dentro de la teoría general. Esta respuesta *beta* se daba en algunos niños que llegaban a sostener simultáneamente dos teorías-en-acción alternativas, aplicadas a dos tipos de bloques distintos: los que se equilibran sobre su centro geométrico (bloques-longitud) y los que dependen de su peso (sea visible o invisible). Como señalan las autoras, «*La teoría del centro geométrico... se conservaba para la mayor parte de las situaciones en que la teoría podía aún mantenerse como verdadera y una nueva teoría, completamente independiente de ella, se desarrollaba con el objeto de hacer frente a las excepciones más evidentes*» (KARMILOFF-SMITH e INHELDER, 1975, pág. 316 de la trad. cast.). Sólo cuando los niños eran capaces de unificar ambas teorías bajo un mismo techo –la teoría del centro de gravedad– se podía hablar de una respuesta *gamma*, que daba lugar a una verdadera reestructuración.

Como puede observarse, para alcanzar esa reestructuración el sujeto debe ir superando desequilibrios de naturaleza diversa. Si inicialmente son fracasos empíricos (un bloque que *debería* mantenerse en equilibrio se cae), más adelante pasan a ser conflictos de naturaleza conceptual, entre esquemas o teorías-en-acción. También observamos el paso del análisis intraobjetal (centrado en una sola dimensión: la longitud), al análisis interobjetal (a partir de dos dimensiones, longitud y peso) para acabar constituyendo un sistema transobjetal que integra todas las dimensiones presentes.

Pero ¿cuáles son los desencadenantes de este proceso? ¿Cuáles son los requisitos de la reestructuración? Según KARMILOFF-SMITH e INHELDER (1975) los niños llegan a modificar, y en su caso abandonar, la teoría del centro geométrico debido a la confluencia de tres factores: la regularidad de los contraejemplos, su progreso cognitivo general y la integración de información propioceptiva. Esta última proporciona sin duda una retroalimentación muy eficaz de las acciones del niño. Si no pudieran manipular los bloques, difícilmente cambiarían los niños sus esquemas. Pero no basta con que los manipulen. Necesitan encontrarse con conflictos que tengan una cierta regularidad. Necesitan fracasar. Pero tampoco esto es suficiente. Para que esos conflictos adquieran significado, es preciso que los niños dispongan de elementos conceptuales que permitan unificarlos o, lo que es lo mismo, tomar conciencia de su regularidad. Según las autoras, fieles a las ideas piagetianas sobre las relaciones entre aprendizaje y desarrollo, eso sólo será posible cuando los niños alcancen la conservación del peso como parte de los logros intelectuales propios del estadio de las operaciones concretas.

Vemos por tanto que, tal como señalábamos al comenzar la exposición de esta investigación, las contradicciones son una condición necesaria, pero no suficiente, de la reestructuración. Pero además, comprobamos que existe un progreso gradual en las reacciones a la contradicción que es producto de «la regularidad de los contraejemplos». La acumulación de contraejemplos y por tanto la práctica, parece desempeñar alguna función en el progreso cognitivo. Esto resulta contradictorio con el desprecio piagetiano por el aprendizaje asociativo o «en sentido estricto» y en definitiva nos devuelve a la polémica sobre las relaciones entre aprendizaje y desarrollo. Si el niño no logra resolver satisfactoriamente las contradicciones cuando alcanza la conservación del peso y ésta es un producto del progreso general de las estructuras cognitivas, ¿qué influencia tiene la práctica con objetos inestables para adquirir la noción de peso?, ¿influye en el paso a las operaciones concretas?, ¿puede acelerarse ese desarrollo mediante experiencias de aprendizaje? Estos interrogantes, a los que irónicamente PIAGET llamaba la «pregunta americana», por ser la primera –y casi la única– que los psicólogos americanos se hacían ante la obra de PIAGET, nos conducen a las numerosas críticas que la posición piagetiana sobre el aprendizaje ha provocado, no sólo desde posiciones empiristas sino también desde supuestos constructivistas.

Los desequilibrios de la teoría de la equilibración

Acogiéndose a los propios niveles de equilibrio postulados por PIAGET, podríamos decir que su teoría del aprendizaje se ha visto obligada a enfrentarse a dos tipos de conflictos. Por un lado, existen pruebas empíricas en contra de la noción piagetiana del aprendizaje como un sucedáneo del desarrollo y, por otro, hay claros problemas teóricos en el modelo de aprendizaje por equilibración defendido por PIAGET. Aunque no podemos extendernos como quisiéramos en ambas críticas, expondremos algunos de los argumentos esenciales en un orden de

complejidad creciente, es decir, empezando por las críticas procedentes de los empiristas.

Es obvio que la idea piagetiana de que el aprendizaje asociativo no desempeña ninguna función en el avance de los conocimientos choca frontalmente con las posiciones predominantes durante varias décadas en la psicología anglosajona del aprendizaje. Por ello, no es extraño que surgiese una auténtica avalancha de estudios que intentaban mostrar que muchas nociones piagetianas, en su mayor parte correspondientes al período de las operaciones concretas, podían adquirirse también mediante técnicas basadas en el aprendizaje asociativo, como la exposición verbal del concepto o regla (por ej., en el caso del estudio anteriormente expuesto sobre el equilibrio de bloques ¿aprenderían los niños la teoría del centro de gravedad si se les enseñara explícitamente en lugar de tenerla que descubrir ellos por procesos de equilibración?), el refuerzo (¿aprenderían esa teoría si se premiasen las respuestas deseadas?), la exposición a modelos (por ej., viendo a un adulto equilibrar los bloques), etc. El propósito de esos estudios era mostrar que esas nociones podían adquirirse mediante lo que PIAGET llamaba «aprendizaje en sentido estricto», sin que interviniera necesariamente la equilibración. Pero, como señala CARRETERO (1985b), la contraposición entre aprendizaje asociativo y equilibración resultó ser un «inútil combate» entre empiristas y piagetianos. La distancia metodológica y conceptual entre unos y otros hacía imposible una interpretación única de los datos recogidos (un ejemplo más de la asimilación de la realidad a los esquemas propios). Dejando a un lado los graves problemas metodológicos de estos trabajos (véase CARRETERO, 1985b; KUHN, 1974), existen tres razones muy ilustrativas por las que esos estudios no lograron lo que se proponían:

1) Antes que nada ¿cómo puede determinarse que en un aprendizaje no interviene la equilibración? Las leyes de la asociación pueden no estar libres de esos procesos de equiiibración. De hecho, eso es lo que sostiene PIAGET al reinterpretar el aprendizaje por condicionamiento en términos de su modelo de equilibración. Según PIAGET (1967) la «asociación» no sería sino un corte arbitrario en el proceso de asimilación de la realidad a los propios esquemas, ya que en la asociación entre un estímulo y una respuesta, el estímulo sólo existe en la medida en que hay un organismo capaz de interpretarlo, es decir, de asimilarlo a sus esquemas de conocimiento, cuya manifestación observable es la respuesta. Según esta interpretación –o asimilación piagetiana del concepto de asociación a su propia teoría– el aprendizaje asociativo quedaría reducido, también él, a procesos de equiiibración. Por tanto, las técnicas basadas en mecanismos asociativos, usadas por los empiristas en sus investigaciones, sólo tendrían éxito en la medida que fomentaran los procesos de asimilación y acomodación, por lo que difícilmente esas investigaciones podrían invalidar o refutar la teoría piagetiana de la equiiibración. Una vez más el aprendizaje es subsumido por los procesos generales del desarollo.
2) En segundo lugar, aunque una técnica se muestre eficaz y produzca un

aprendizaje neto, no por ello demuestra que sea necesaria para producir ese aprendizaje (FLAVELL, 1977, 1985; KUHN, 1974). Lo único que demuestra es que el concepto en cuestión puede adquirirse así. Pero sigue siendo posible e incluso probable que generalmente el aprendizaje se produzca por otros procesos. Además, la adquisición o no de una noción depende también de las técnicas usadas para evaluar el aprendizaje alcanzado. Hay aquí una divergencia insalvable entre piagetianos y empiristas en cuanto a lo que consideran como prueba suficiente de que un niño ha adquirido un concepto (CARRETERO, 1985b). En general, el enfoque piagetiano es mucho más exigente que el asociacionista. Podríamos decir que la Escuela de Ginebra exige que el niño haya *comprendido* el concepto, mientras que los estudios empiristas se conforman con que *tenga éxito* en su aplicación a algunas pruebas de generalización.

3) Las limitaciones de estos estudios son mayores si consideramos que la inmensa mayoría de los trabajos entrenan a los sujetos (habitualmente niños en edad preescolar) en nociones correspondientes al estadio de las operaciones concretas. Y esas nociones concretas, se entrene o no a los niños, acaban siendo adquiridas por todos los sujetos normales entre los 7 y los 12 años. Es decir, aunque nadie se esfuerce en enseñarlas, las nociones concretas, acaban por adquirirse. En este sentido, las operaciones concretas como el lenguaje o los principios de la causalidad constituyen «aprendizajes naturales» o espontáneos, o dicho de otra forma, estructuras de conocimiento *necesarias*. En cambio, no puede decirse lo mismo del conocimiento científico, que, al ser artificial, no constituye una adquisición necesaria. Mientras que las estructuras que hemos llamado necesarias se adquieren normalmente de un modo incidental –esto es, sin que haya un propósito explícito de que se adquieran ni por parte del sujeto ni por parte de su entorno social– las estructuras no necesarias sólo pueden adquirirse intencionalmente, es decir, mediante instrucción. La función tanto de la asociación como de la equilibración podría ser muy diferente en uno y otro tipo de aprendizajes.

Este último problema nos conduce al segundo tipo de críticas, más profundas, que acometen directamente el problema de la equilibración. De entre los muchos análisis críticos que pueden hacerse de la teoría piagetiana de la equilibración (por ej., COLL, 1983; HAROUTOUNIAN, 1983; MISCHEL, 1971; RUSSELL, 1978; VUYK, 1980) vamos a extraer aquí una sola cuestión, que resulta la más relevante para nuestros propósitos.

Uno de los más graves problemas a que se enfrenta la teoría piagetiana de la equilibración es que supuestamente debe explicar la aparición de estructuras generales de conocimiento que poseen un carácter necesario o universal. En palabras del propio PIAGET (1979, pág. 51 de la trad. cast.): «*el problema central es el de comprender cómo se efectúan tales creaciones (las estructuras cognitivas) y por qué siendo consecuencia de construcciones no predeterminadas pueden durante el camino hacerse lógicamente necesarias*». En el Capítulo III veíamos

que los racionalistas posdarwinianos se han visto obligados en psicología a optar entre la necesidad o la preformación de la mente. Mientras que FODOR (1979, 1983) y CHOMSKY (1980) optan por las estructuras mentales innatas, PIAGET (1979) intenta mostrar cómo esas estructuras pueden ser necesarias sin ser innatas. Pero, como señala TOULMIN (1972), existe un cierto finalismo en las formulaciones piagetianas, según el cual el desarrollo conduce necesariamente a la formación de cierto tipo de estructuras lógicas, correspondientes al pensamiento formal. Resulta en cierto modo paradójico que cada persona construya individualmente su propio conocimiento y al final todas las personas acaben construyendo el mismo conocimiento.

Esa posición finalista no sólo resulta teóricamente discutible sino que además no se corresponde con la realidad. Según los datos de que se dispone en la actualidad con respecto al desarrollo del pensamiento formal (véase CARRETERO, 1985a; LAWSON, 1985; POZO y CARRETERO, 1987), parece muy dudoso que las estructuras cognitivas correspondientes a ese estadio sean lógicamente necesarias y, menos aún, que tengan un carácter general. Los sujetos adquieren más bien estructuras específicas de conocimiento que no son, en este sentido, necesarias. De hecho, es muy frecuente que los sujetos, siendo capaces incluso de razonar de un modo formal, posean concepciones desviadas que son muy resistentes a la reestructuración (POZO, 1987a). A la luz de estos datos, podemos decir que los desequilibrios que preceden a la reestructuración de los conocimientos se producen en el seno de estructuras de conocimiento específicas, de forma que lo que el sujeto aprenderá finalmente no será una estructura general sino un conjunto de conocimientos específicos que le harán ser más o menos experto en un área de conocimiento, pero que no necesariamente implicarán un progreso a un estadio cognitivo superior. Esto nos devuelve al problema de las relaciones entre aprendizaje y desarrollo.

La posición de PIAGET con respecto a esas relaciones no puede explicarnos cuándo se resuelven favorablemente los desequilibrios, porque, como sucedía en el caso de la *Gestalt*, el aprendizaje se concibe sólo como un post-efecto de la aplicación de una estructura o, dicho de otra forma, la adquisición de conocimientos específicos es un efecto de la reorganización de las estructuras cognitivas generales y no al revés. De este modo, al negar la importancia del aprendizaje acumulativo específico, PIAGET incurre de nuevo en la llamada paradoja del aprendizaje que, en su caso, adquiere dimensiones aún más nítidas al postular estructuras necesarias pero no predeterminadas, lo que constituye, sin duda, una singular paradoja.

En nuestra opinión, existen múltiples datos que muestran que el aprendizaje por reestructuración puede apoyarse muchas veces en adquisiciones asociativas previas. Esto es así tanto en el caso de los aprendizajes naturales como en el de los artificiales. Tal vez el aprendizaje natural por excelencia sea el del lenguaje. Algunos autores (por ej., RIVIÈRE, 1983) creen que un funcionamiento inadecuado de los mecanismos de detección de asociaciones puede dañar seriamente la adquisición del lenguaje. Del mismo modo, en el caso de los aprendizajes no necesarios (como, por ej., las leyes de la mecánica newtoniana) hemos podido com-

probar que, si bien las ideas de los sujetos tienen una fuerte resistencia al cambio, se ven influidas por su experiencia previa. Aunque en el pensamiento causal predomina el componente semántico (teorías causales) éste se ve influido también por el componente sintáctico (reglas de inferencia basadas en las leyes de la asociación), de forma que en el cambio de las teorías causales desempeñan alguna función los procesos asociativos (POZO, 1987a).

Por consiguiente, el aprendizaje de conceptos sólo puede explicarse desde posiciones que establezcan una interacción efectiva entre asociación y reestructuración. La posición de PIAGET a este respecto resulta sin duda poco satisfactoria y, en último extremo, da lugar a graves problemas cuando se trata de trasladar su teoría del aprendizaje al aula. La defensa a ultranza de la enseñanza por descubrimiento es una muestra más de la confusión entre aprendizajes naturales y artificiales en la obra de PIAGET. Según su célebre frase, tantas veces repetida, «*cada vez que se le enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir sólo, se le impide a ese niño inventarlo y, en consecuencia, entenderlo completamente*» (PIAGET, 1970, págs. 28-29 de la trad. cast.) De esta forma, PIAGET equipara descubrimiento o invención con reestructuración. Pero si esa equiparación puede sostenerse en el caso de los aprendizajes naturales, en los que el niño aprende por descubrimiento, la mayor parte de los conceptos relevantes difícilmente pueden ser inventados o descubiertos por el propio niño, ya que, a diferencia de los aprendizajes naturales, no constituyen adquisiciones necesarias. La interacción social, y más específicamente la instrucción, son muy importantes en el aprendizaje de conceptos. Al reducir todo el aprendizaje a desarrollo o, lo que es lo mismo, todos los aprendizajes a adquisiciones espontáneas y necesarias, PIAGET está defendiendo un cierto individualismo «rousseauniano», minimizando la importancia no sólo de los aprendizajes asociativos sino también de los procesos de instrucción.

Afortunadamente, dentro del aprendizaje por reestructuración, encontramos teorías que se oponen a estos reduccionismos e intentan conciliar los procesos de aprendizaje asociativo con la reestructuración, concediendo para ello una mayor importancia a los procesos de instrucción. Tanto VYGOTSKII (1934) como más recientemente AUSUBEL (AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978) han abordado el aprendizaje de conceptos desde posiciones cercanas a la instrucción. Ambos esfuerzos pueden, en cierto modo, considerarse complementarios. Mientras VYGOTSKII (1934) no pudo ir más allá de desarrollar el armazón teórico de lo que debería haber sido su teoría del aprendizaje y la instrucción, AUSUBEL ha desarrollado esa teoría, aunque careciendo en buena medida de una teoría psicológica general en la que enmarcarla.

La teoría del aprendizaje de Vygotskii

En los últimos años ha aumentado notablemente el interés de los psicólogos cognitivos por la obra de VYGOTSKII (por ej., RIVIÈRE, 1985; SIGUÁN, 1987; WERTSCH, 1985). Pero, en este caso, la «recuperación» de VYGOTSKII adquiere rasgos pecu-

liares si se la compara con lo sucedido con PIAGET o la *Gestalt*. A diferencia de estos otros autores, la obra de VYGOTSKII ha sido totalmente desconocida durante varias décadas no sólo en «la psicología burguesa» occidental, como suelen decir los psicólogos soviéticos, sino incluso en su propio país, donde no existían barreras idiomáticas que justificaran ese aislamiento, sino más bien ideológicas y debidas a la evolución interna de la psicología soviética (véase CARRETERO y GARCÍA MADRUGA, 1983). Esto hace que la obra de VYGOTSKII, inconclusa al igual que la de la *Gestalt*, aunque por razones históricas diferentes –en este caso la prematura muerte de VYGOTSKII en 1934–, haya carecido de una continuación adecuada. Ello es especialmente claro cuando se analiza su teoría del aprendizaje. Aunque un animoso grupo de colaboradores de VYGOTSKII, encabezado por LURIA, LEONTIEV, ZAPOROZHETS, etc., ha seguido trabajando durante muchos años en desarrollar sus ideas, no puede decirse que el clima social e intelectual en que se movían haya sido muy favorable a su empresa. Durante muchos años, en que la psicología soviética mantenía una orientación esencialmente asociacionista, basada en las ideas de SECHENOV y PAVLOV, en la Unión Soviética se consideraba que la obra de VYGOTSKII era «idealista e intelectualista» (por ej., BOGOYAVLENSKII y MENCHINSKAYA, 1960; TALYZINA, 1975). Tal calificativo, que en el contexto de la psicología soviética trasciende el mero desacuerdo teórico, ha sido un obstáculo para el desarrollo de algunas de las ideas esbozadas por VYGOTSKII con respecto al aprendizaje. Sin embargo, la extraordinaria lucidez de los análisis realizados en su día por VYGOTSKII (1934) con respecto a la adquisición de conceptos espontáneos y científicos, hace que sus ideas hayan sido en gran medida confirmadas por trabajos tan distantes de su propio pensamiento como los de ROSCH (1977, 1978), sobre la formación de categorías naturales, o los recientes estudios sobre la influciencia de las concepciones espontáneas de los alumnos en la comprensión de nociones científicas (por ej., DRIVER, 1986; DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN, 1985). Por todo ello, la teoría vygotskiana del aprendizaje resulta hoy de la máxima actualidad, aunque cincuenta años después siga siendo todavía el boceto de una teoría más que una teoría propiamente dicha.

La respuesta vygotskiana ante la escisión de la psicología: actividad y mediación

El acercamiento de VYGOTSKII a la psicología es contemporáneo al de PIAGET y tiene en común, tanto con el autor ginebrino como con la escuela de la *Gestalt*, partir de una posición decidida en contra del asociacionismo y el mecanicismo que comenzaban a dominar en las teorías psicológicas. Pero, en el caso de VYGOTSKII, esa respuesta está enmarcada en un análisis más global de la crisis y el significado de la psicología de comienzos de siglo. Cuando VYGOTSKII tomó contacto con la psicología (con respecto a las circunstancias en que tuvo lugar ese afortunado encuentro véase el brillante análisis histórico-cultural del pensamiento de VYGOTSKII realizado por RIVIÈRE, 1985, o el hermoso relato autobiográfico de LURIA, 1979), se dió cuenta de que la psicología, una ciencia neonata, se ha-

llaba en realidad escindida en dos proyectos distintos: uno idealista, de hondas raíces filosóficas, representado sobre todo por la fenomenología alemana, y otro naturalista, de carácter asociacionista y en definitiva mecanicista, según el cual la psicología debía concebirse más bien como una rama de la fisiología, para lo cual se contaba con el fuerte apoyo de las ideas de PAVLOV (véase LURIA, 1979). En el caldo de cultivo de la Revolución de 1917, VYGOTSKII comprendió que la única solución para la elaboración de una psicología científica consistía en una reconciliación integradora, usando la terminología de AUSUBEL, entre ambas culturas psicológicas. La necesidad de llevar a cabo esa integración y la forma que adoptó ésta en la obra de VYGOTSKII resultan muy esclarecedoras para quienes hoy estamos viviendo nuevamente una escisión entre dos enfoques muy similares a aquéllos dentro de la psicología cognitiva (véase Cap. III de este trabajo).

El esfuerzo en busca de una psicología unitaria, que no única, pasa en VYGOTSKII por una concepción dialéctica de las relaciones entre lo fisiológico o mecánico y lo mental. VYGOTSKII rechaza por completo los enfoques que reducen la psicología, y en nuestro caso el aprendizaje, a una mera acumulación de reflejos o asociaciones entre estímulos y respuestas. Existen rasgos específicamente humanos no reducibles a asociaciones, como la conciencia y el lenguaje, que no pueden ser ajenos a la psicología. Pero esos rasgos no pueden estudiarse de espaldas al sustrato fisiológico, a lo mecánico. La voluntad integradora de VYGOTSKII queda clara en el siguiente párrafo: «*Si la reflexología excluye del círculo de sus investigaciones los fenómenos psíquicos, por considerar que no son de su competencia, obra como la psicología idealista, que estudia lo psíquico sin relación alguna con nada más, como un mundo encerrado en sí mismo... Los estados psíquicos en sí mismos –fuera del espacio y de las causas– no existen. Tampoco puede existir, por consiguiente, la ciencia que los estudie. Pero estudiar la conducta del hombre sin lo psíquico, como pretende la psicología, es tan imposible como estudiar lo psíquico sin la conducta. Por tanto no hay sitio para dos ciencias distintas... El estado actual de las dos ramas del saber plantea insistentemente la cuestión de la necesidad y fecundidad de la completa fusión de ambas ciencias*» (VYGOTSKII, 1926, pág. 101 de la trad. cast.).

En el caso del aprendizaje, y desde nuestra perspectiva actual, esa fusión pasa por la integración de los procesos de asociación y reestructuración en una teoría unitaria del aprendizaje. Pero esa integración, como señalábamos en el Capítulo III, no puede realizarse en un plano de igualdad. VYGOTSKII era consciente de ello. De hecho, su posición con respecto al aprendizaje está más próxima a los supuestos organicistas que a los mecanicistas (análisis por globalidades en lugar de por elementos, carácter cualitativo del cambio en lugar de cuantitativo, procesos conscientes y no sólo automáticos, etc.). En este sentido, puede considerarse la teoría vygotskiana como una variante del enfoque organicista (véase PÉREZ PEREIRA, 1987). Pero, a diferencia de otras posiciones igualmente organicistas, como las de PIAGET o las de la *Gestalt*, VYGOTSKII no va a negar por principio la importancia del aprendizaje asociativo, aunque coincide con esos autores en que se trata de un mecanismo claramente insuficiente. Es lamentable, como veremos más adelante, que, aunque VYGOTSKII no niega los aprendizajes asociativos, no

llegue a desarrollar suficientemente cómo interactúan con los procesos más complejos del aprendizaje por reestructuración.

Para llevar a cabo su proyecto reconciliador, VYGOTSKII considera necesario partir de una unidad de análisis distinta de la clásica asociación E-R. Frente a la idea reactiva del concepto de reflejo, VYGOTSKII propone, basándose en la concepción que tenía ENGELS de la actividad como motor de la humanización, una psicología basada en la *actividad*. El concepto de actividad ha adquirido en la psicología soviética posterior una extraordinaria importancia, si bien su significado actual difiere del que tenía en VYGOTSKII (véase, por ej., LEONTIEV, 1975; WERTSCH, 1981; más recientemente ASMOLOV, 1986-87, BRUSHLINSKII, 1987 o RADZIKHOVSKII, 1987; para la aplicación de este concepto al estudio del aprendizaje véase DAVYDOV, 1972; TALYZINA, 1975). Al basar su psicología en el concepto de actividad, VYGOTSKII considera que el hombre no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Ello es posible gracias a la *mediación* de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta. Frente a las cadenas de estímulos y respuestas, VYGOTSKII opone un ciclo de actividad, representado en la Figura 7.5., en el que, gracias al uso de instrumentos mediadores, el sujeto modifica el estímulo; no se limita a responder ante su presencia de modo reflejo o mecánico sino que actúa sobre él. La actividad es un proceso de transformación del medio a través del uso de instrumentos.

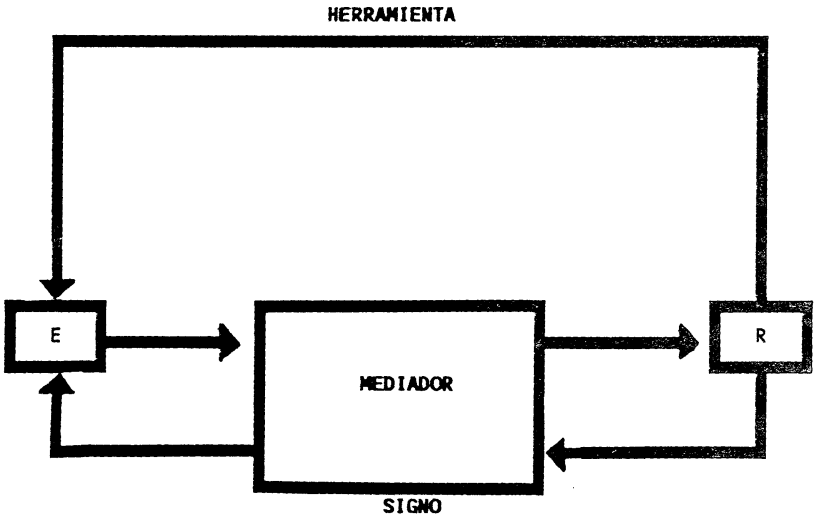


FIGURA 7.5. El ciclo de actividad según Vygotskii. Se distinguen dos tipos de mediadores: las herramientas, que actúan directamente sobre los estímulos, modificándolos, y los signos, que modifican al propio sujeto y a través de éste a los estímulos.

La introducción de elementos mediadores es superficialmente análoga a las posiciones del conductismo mediacional. Pero la analogía acaba ahí, ya que el tipo de elementos mediadores y la propia función de éstos es muy diferente en uno y otro caso (RIVIÈRE, 1985). Mientras que para el conductismo mediacional, los estímulos y respuestas mediadoras son, según el principio de correspondencia, meras copias no observables de los estímulos y respuestas externas, los mediadores vygostkianos son más complejos y se alejan de un marco teórico asociacionista. Los mediadores no son réplicas de las asociaciones E-R externas ni un eslabón más de las cadenas asociativas. En la concepción de VYGOTSKII (1978), como queda dicho, los mediadores son instrumentos que transforman la realidad en lugar de imitarla. Su función no es adaptarse pasivamente a las condiciones ambientales sino modificarlas activamente. El concepto vygotskiano de mediador está más próximo al concepto piagetiano de adaptación como un equilibrio de asimilación y acomodación que al conductismo mediacional. Al igual que en PIAGET, se trata de una adaptación activa –en lugar de refleja o mecánica como en el conductismo– basada en la interación del sujeto con su entorno. Sin embargo, la posición de VYGOTSKII también diferirá de la PIAGET al interpretar el ciclo de actividad, no sólo en lo que se refiere al origen de esos instrumentos de mediación y a las relaciones entre aprendizaje y desarrollo en su adquisición, sino también en cuanto a la orientación de esa actividad.

VYGOTSKII (1978) distingue dos clases de instrumentos en función del tipo de actividad que hacen posible. El tipo más simple de instrumento sería la *herramienta* que actúa materialmente sobre el estímulo, modificándolo. Así, un martillo actúa de manera directa sobre el clavo, de tal forma que la acción a que da lugar no sólo responde al entorno sino que lo modifica materialmente. Este es el tipo de instrumento al que hacía referencia ENGELS cuando consideraba la importancia del trabajo en el proceso de hominización. La cultura proporciona al individuo las herramientas necesarias para modificar su entorno, adaptándose activamente a él. Pero, según VYGOTSKII (1978), existe un segundo tipo de instrumentos mediadores, de diferente naturaleza, que producen una actividad adaptativa distinta. Además de proporcionar herramientas, la cultura está constituida fundamentalmente por sistemas de *signos*, o símbolos que median en nuestras acciones. El sistema de signos usado con más frecuencia es el lenguaje hablado, pero hay otros muchos sistemas simbólicos que nos permiten actuar sobre la realidad (por ej., los sistemas de medición, la cronología o la aritmética, el sistema de lectoescritura, etc.). Pero, a diferencia de la herramienta, el signo no modifica materialmente el estímulo sino que modifica a la persona que lo utiliza como mediador y, en definitiva, actúa sobre la interacción de esa persona con su entorno. La diferencia entre ambos tipos de instrumentos queda clara en las siguientes palabras de VYGOTSKII (1978, pág. 91 de la trad. cast.): «*La función de la herramienta no es otra que la de servir de conductor de la influencia humana en el objeto de la actividad; se halla* externamente *orientada y debe acarrear cambios en los objetos. Es un medio a través del cual la actividad humana externa aspira a dominar y triunfar sobre la naturaleza. Por otro lado, el signo no cambia absolutamente nada en el objeto de una operación psicológica. Así pues, se trata de un medio de*

actividad interna que aspira a dominarse a sí mismo; el signo, por consiguiente, está internamente *orientado*». Son los signos, como mediadores que modifican al sujeto y, a través de éste, a los objetos, los que tienen mayor interés para la psicología cognitiva. En nuestro caso, ese interés es aún más específico, ya que los sistemas de signos, en tanto recurren a unidades de significado realmente simbólicas –y no a meros *símbolos chinos* como los denunciados por SEARLE (1984) en el procesamiento de información– están constituidos por conceptos y estructuras organizadas de conceptos. La pregunta es inmediata ¿cómo se adquieren, según VYGOTSKII, los mediadores simbólicos o, si se prefiere, los significados?

El origen de los significados: las relaciones aprendizaje/desarrollo

Según VYGOTSKII, los instrumentos de mediación, incluidos los signos, los proporciona la cultura, el medio social. Pero la adquisición de los signos no consiste sólo en tomarlos del mundo social externo, sino que es necesario interiorizarlos, lo cual exige una serie de transformaciones o procesos psicológicos. En este sentido, como en tantos otros, la posición de VYGOTSKII, manteniéndose fiel a sus creencias constructivistas y, en la terminología actual, organicistas, establece un puente entre las ideas asociacionistas y la teoría de PIAGET con respecto al origen de los significados. VYGOTSKII rechaza la explicación asociacionista según la cual los significados están en la realidad y sólo es necesario abstraerlos por procedimientos inductivos. Pero su posición se distancia también de la de PIAGET (1936), quien defiende el acceso a la simbolización a través de las acciones sensoriomotoras individuales del niño. Para VYGOTSKII los significados provienen del medio social externo, pero deben ser asimilados o interiorizados por cada niño concreto. Su posición coincide con la de PIAGET al considerar que los signos se elaboran en interacción con el ambiente, pero, en el caso de PIAGET, ese ambiente está compuesto únicamente de objetos, algunos de los cuales son objetos sociales, mientras que, para VYGOTSKII está compuesto de objetos y de personas que median en la interacción del niño con los objetos (KAYE, 1982; PERINAT, 1986; RIVIÈRE y COLL, 1986). En otras palabras, según VYGOTSKII (1978) el vector del desarrollo y del aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior, sería un proceso de *internalización* o transformación de las acciones externas, sociales, en acciones internas, psicológicas. La ley fundamental de la adquisición de conocimiento para VYGOTSKII afirmaría que éste comienza siendo siempre objeto de intercambio social, es decir, comienza siendo interpersonal para, a continuación, internalizarse o hacerse intrapersonal: «*En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero* entre *personas* (interpsicológica), *y después en el* interior *del propio niño* (intrapsicológica). *Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos*» (VYGOTSKII, 1978, pág. 94 de la trad. cast.). Este vector internalizador en el desarrollo *cultural* –en lugar de cognitivo– recibe el nombre de *ley de la doble formación*, ya que, según él, todo conocimiento se adquiere, por así decirlo, dos veces.

La formación de significados como un proceso de internalización supone una

posición teórica *mediadora* entre la idea asociacionista de que los significados se toman del exterior, de acuerdo con el principio de correspondencia, y la teoría piagetiana según la cual el sujeto construye sus significados de forma autónoma y, en muchos casos, autista. La posición vygotskiana, aunque más próxima a la idea constructivista de PIAGET, incorpora también, de un modo claro y explícito la influencia del medio social. Para él, el sujeto ni imita los significados –como sería el caso del conductismo– ni los construye como en PIAGET, sino que literalmente los *reconstruye*. VYGOTSKII (1978) presenta varios ejemplos de reconstrucción del significado exterior en significado interior. Tal vez el más conocido sea el de la paulatina transformación del «movimiento de asir en acto de señalar». Al principio el bebé intenta coger un objeto estirando su mano hacia él, pero no lo alcanza. Su madre, que lo ve, interpreta sus deseos y le acerca el objeto. De esta forma, mediante su acción, el niño ha provocado la intervención de una acción mediadora que le facilita el objeto. Poco a poco, esa mediación se va interiorizando y el niño, al estirarse hacia el objeto, no dirigirá en realidad su acción a éste sino a su madre. Ya no intentará coger directamente el objeto, sino que lo señalará para que su madre se lo acerque. Ello producirá una transformación física en la propia acción que se simplificará y adquirirá un significado que inicialmente no tenía. Ese significado hubiera sido imposible sin la intervención de otra persona atribuyendo sentido e intenciones a la conducta del niño (véase también BRUNER, 1984; KAYE, 1982; PERINAT, 1986; RIVIÈRE y COLL, 1986).

El carácter mediador, o si se quiere reconciliador, de la posición de VYGOTSKII con respecto al origen del conocimiento es igualmente patente en el caso de las relaciones entre aprendizaje y desarrollo. La ley de la doble formación se aplica también a estas relaciones. Mientras que el asociacionismo niega la existencia de un desarrollo independiente de los procesos de aprendizaje asociativo –o en otras palabras reduce todo el desarrollo a aprendizaje–, en el apartado anterior veíamos que PIAGET (1970) adopta una posición inversa, al negar la relevancia de los aprendizajes asociativos para la equilibración, que es el motor fundamental del desarrollo. La posición de VYGOTSKII (1934) va a ser nuevamente intermedia. Ambos procesos son, según VYGOTSKII, interdependientes. Aunque el desarrollo –o en la terminología de PIAGET el «aprendizaje en sentido amplio» equivalente a los procesos de reestructuración por equilibración– no es una simple suma acumulativa de aprendizajes asociativos puntuales, se ve facilitado por éstos. No hay desarrollo sin aprendizaje ni aprendizaje sin desarrollo previo. Desde nuestra perspectiva, diríamos que no hay reestructuración sin acumulación asociativa ni asociación sin estructuras previas.

Pero si ambos procesos son interdependientes, VYGOTSKII considera que, de acuerdo con la ley de la doble formación, el proceso de aprendizaje consiste en una internalización progresiva de instrumentos mediadores. Por ello debe iniciarse siempre en el exterior, por procesos de aprendizaje que sólo más adelante se transforman en procesos de desarrollo interno. En consecuencia, VYGOTSKII (1934) entiende que el aprendizaje precede temporalmente al desarrollo, que la asociación precede a la reestructuración. Esta precedencia temporal queda manifiesta en la distinción vygotskiana entre dos niveles de desarrollo o dos tipos de

conocimiento en las personas. Para VYGOTSKII (1934) el rendimiento medido habitualmente mediante tests, o incluso a través del método clínico, se corresponde con el nivel de *desarrollo efectivo*. Este nivel está determinado por lo que el sujeto logra hacer de modo autónomo, sin ayuda de otras personas o de mediadores externamente proporcionados. El nivel de desarrollo efectivo representaría los mediadores ya internalizados por el sujeto. En cambio, el nivel de *desarrollo potencial* estaría constituido por lo que el sujeto sería capaz de hacer con ayuda de otras personas o de instrumentos mediadores externamente proporcionados. Se trataría de determinar los mediadores que el sujeto puede usar externamente pero que aún no ha internalizado. La diferencia entre el desarrollo efectivo y el desarrollo potencial sería la *zona de desarrollo potencial* de ese sujeto en esa tarea o dominio concreto.

VYGOTSKII (1934, 1978) estima que es el desarrollo potencial el que debe atraer el mayor interés no sólo de los psicólogos sino también de los educadores. Considera que la psicología no debe ocuparse preferentemente de «conductas fosilizadas» sino de conductas o conocimientos en proceso de cambio. Ello hace que, en la teoría del aprendizaje de VYGOTSKII, tengan una especial importancia los procesos de *instrucción* o facilitación externa de mediadores para su internalización. Esta idea hace que la posición de VYGOTSKII con respecto al aprendizaje resulte, una vez más, muy actual, al situar los procesos de aprendizaje en estrecha relación con la instrucción, una de las áreas en auge dentro de la psicología cognitiva actual (por ej., CHIPMAN, SEGAL y GLASER, 1985; DILLON y STERNBERG, 1986, WITTROCK, 1986). Además hace que las posiciones de VYGOTSKII tengan una particular relevancia educativa (CARRETERO, 1986b; PALACIOS, 1987; RIVIÈRE, 1985).

Esta relevancia es mayor si tenemos en cuenta que las ideas de VYGOTSKII consiguen superar un cierto bloqueo producido en las relaciones desarrollo/instrucción por la aplicación inmediata de la obra de PIAGET a la educación. Ese bloqueo queda excelentemente resumido en el falso dilema analizado por DUCKWORTH (1979) con respecto a la aplicación de PIAGET al aula: «o se lo enseñamos demasiado pronto y no pueden aprenderlo o se lo enseñamos demasiado tarde y ya lo saben». Al romper la unidireccionalidad de las relaciones entre aprendizaje/instrucción y desarrollo, VYGOTSKII logra superar este dilema, con lo que permite una más fructífera aplicación de la psicología del aprendizaje a la educación, consistente con la psicología cognitiva y evolutiva actual (CARRETERO, 1986b; PALACIOS, 1987). La estrecha vinculación entre los procesos de aprendizaje y la instrucción en la internalización y consiguiente reestructuración de mediadores simbólicos es particularmente clara cuando se analizan las ideas de VYGOTSKII sobre el aprendizaje de conceptos. En estas ideas encontramos el esbozo de una teoría que debe servir nuevamente como puente conciliador entre muchas de las teorías del aprendizaje de conceptos que hemos venido revisando.

Formación de conceptos espontáneos y científicos

En las ideas de VYGOTSKII sobre la generalización y adquisición de conceptos se concentran, tal vez como en ningún otro aspecto, las mejores virtudes de la teoría histórico-cultural de VYGOTSKII, pero también sus mayores defectos. Ello es así porque, fiel a su rechazo del análisis elementista y a su propia concepción de las relaciones entre pensamiento y lenguaje, VYGOTSKII (1934) estableció que la unidad de análisis de la psicología debía buscarse en el «significado de la palabra», en el que se encuentra no sólo la mínima unidad comunicativa que conserva la propiedades del total sino también la unidad mínima del «pensamiento generalizado». De esta forma, los conceptos, en cuanto generalizaciones, tendrán su origen en la palabra que, una vez internalizada, se constituirá en signo mediador: «*Todas las funciones psíquicas superiores son procesos mediatizados y los signos, los medios básicos utilizados para dominarlos y dirigirlos... En la formación de conceptos ese signo es la* palabra» (VYGOTSKII, 1934, págs. 98-99 de la trad. cast).

En sus estudios sobre la formación de conceptos, VYGOTSKII (1934) parte de la idea de que ésta no puede reducirse a meras conexiones asociativas, una idea contraria a las teorías pavlovianas que predominarían en la psicología soviética durante muchas décadas, incluso tras la muerte de VYGOTSKII (por ej., BOGOYAVLENSKII y MENCHINSKAYA, 1959, 1960; RAHMANI, 1973). Ingenuamente, VYGOTSKII creía que los estudios realizados por ACH (1921), un miembro de la Escuela de Wurzburgo, sobre la adquisición de conceptos habían «*desacreditado de una vez y para siempre el punto de vista mecanicista en la formación de conceptos*» (op. cit., pág. 88 de la trad. cast.), ya que habían demostrado que no se trata de un proceso pasivo o de formación de cadenas asociativas sino creativo, basado según ACH (1921) en las «tendencias determinantes» o búsqueda de metas inherentes a los propios conceptos. Sin embargo, para VYGOTSKII esto muestra que los procesos asociativos son insuficientes en sí mismos para formar conceptos, pero no por ello deben ser totalmente rechazados: «*El proceso, sin embargo, no puede ser reducido a la asociación, la atención, la imaginación, la inferencia o las tendencias determinantes. Todas son indispensables, pero al mismo tiempo insuficientes sin el uso del signo o la palabra*» (op. cit., pág. 90 de la trad. cast).

Con el fin de comprobar la importancia de la palabra en la formación de conceptos *espontáneos* o familiares en los niños –por oposición a los conceptos científicos– VYGOTSKII (1934) recurre al «método de la doble estimulación», también conocido como «método genético-experimental». Este método, ideado por SAKHAROV, uno de sus colaboradores, es coherente con la ley de doble formación y con el concepto de zona de desarrollo potencial, y consiste en la presentación simultánea de dos series de estímulos, una como centro de la actividad del niño y la otra como conjunto de signos que pueden servir para apoyar esa actividad. En los estudios sobre formación de conceptos, la serie principal estaba constituida por objetos y figuras geométricas que variaban en diversos rasgos (color, forma, peso, etc.) mientras que la serie auxiliar consistía en palabras que designaban a esas figuras. Se trataba de comprobar cómo descubría el sujeto el significado de

esas palabras en relación con los objetos presentados. Mediante este método, VYGOTSKII identificó tres fases principales en la formación de conceptos espontáneos en los niños. Aunque la primera fase, los *cúmulos no organizados*, parece ser característica sólo de los niños preescolares, las dos fases superiores, los *complejos* y los *conceptos*, se producen también en el aprendizaje adulto de conceptos.

La clasificación de los objetos mediante *cúmulos no organizados* consiste en agrupar objetos dispares sin ninguna base o rasgo común. El niño va amontonando juntos objetos distintos a partir de una impresión perceptiva superficial. Las palabras proporcionadas por la serie de estímulos auxiliares no tienen en este tipo de clasificación ningún significado. Esta fase se corresponde con el pensamiento sincrético o participativo identificado tanto en la psicología evolutiva (por ej. PIAGET, 1927; WALLON, 1945; WERNER, 1948) como en los estudios sobre el pensamiento de los pueblos primitivos (LEVY-BRUHL, 1910; WERNER, 1948). VYGOTSKII (1934, Cap. V) distingue tres tipos de *cúmulos* o «conglomeraciones sincréticas» coincidentes todos ellos en la ausencia de una coherencia en la clasificación. Dada la falta de organización generalizadora, esta etapa se caracteriza por el uso de las palabras *como nombres propios*, que recurriendo a la distinción clásica entre referencia y significado en la definición de los conceptos (véase al respecto el Cap. IV de este libro, págs. 65-67), tienen según VYGOTSKII, como única función la referencia, careciendo de significado.

El pensamiento sincrético es el único tipo de categorización que carece de significado conceptual. El siguiente tipo, el pensamiento mediante *complejos* posee ya tanto referencia como significado. Un complejo es una asociación de objetos basada en sus rasgos perceptivos comunes inmediatos. Sin embargo, la conexión o nexo común entre los objetos que forman parte del complejo no es estable y puede variar continuamente. VYGOTSKII identifica cinco tipos de complejos distintos. De entre ellos, los *complejos-cadena* son «la forma más pura de este tipo de pensamiento» e ilustran claramente su naturaleza, como refleja el siguiente ejemplo: «*si la muestra experimental es un triángulo amarillo, el niño podría escoger unas pocas figuras triangulares hasta que su atención fuera captada, digamos, por el color azul de una figura recién agregada; se desvía entonces a seleccionar figuras azules de cualquier forma (triangulares, circulares, semicirculares). Esto, a su vez, es suficiente para cambiar otra vez de criterio; haciendo abstracción del color comienza a elegir de nuevo figuras redondeadas. El atributo decisivo cambia durante todo el proceso... Cada eslabón... es tan importante como el primero y puede convertirse en un imán que atraiga a nuevos objetos*» (*op. cit.*, pág. 97 de la trad. cast).

Pero, si las cadenas muestran con la mayor claridad la naturaleza de los complejos, la manifestación más relevante de este tipo de pensamiento para el aprendizaje de conceptos son los *pseudoconceptos*. Aunque, desde un punto de vista interno, psicológico, el pseudoconcepto sigue siendo un complejo, desde el punto de vista externo, lógico, aparenta ser un concepto. En este sentido constituye la forma más avanzada de los complejos, sirviendo como puente hacia la formación de conceptos propiamente dichos. Un pseuconcepto agrupa adecuadamen-

te los objetos, pero a partir de sus rasgos sensoriales inmediatos, sin que el sujeto tenga una idea precisa de cuáles son los rasgos comunes a los objetos, sin que conozca propiamente el concepto. En otras palabras, podemos decir que los pseudoconceptos (por ej., «forma triangular») tienen los mismos referentes que sus conceptos correspondientes («triángulo») pero distinto significado. Ello hace que sean muy difíciles de diferenciar de los conceptos. Al mismo tiempo, al compartir prácticamente el mismo campo referencial, es posible la comunicación a través del lenguaje entre personas que no atribuyen el mismo significado a las palabras pero sí los mismos referentes. De hecho, según VYGOTSKII, el origen de los pseudoconceptos estaría en una asimilación del habla adulta, pero careciendo de los conceptos o generalizaciones adecuados para captar también el significado de las palabras: «*ésta es la razón por la cual ciertos pensamientos no pueden ser comunicados a los niños, aunque estén familiarizados con las palabras necesarias, pues puede faltar el concepto adecuadamente generalizado que asegure la comprensión total. TOLSTOI dice en sus escritos sobre educación que, a menudo, los niños tienen dificultad para aprender una nueva palabra no a causa de su pronunciación sino del concepto al cual se refieren. Cuando el concepto ha madurado, casi siempre hay una palabra disponible*» (*op. cit.*, pág. 27 de la trad. cast).

Pero los pseudoconceptos no sólo aparecen en el pensamiento infantil. Aunque a partir de la adolescencia los sujetos son capaces ya de formar auténticos conceptos, éstos deben convivir de por vida con los pseudoconceptos. De hecho, VYGOTSKII encuentra que el lenguaje cotidiano de los adultos, e incluso la evolución de los significados en la propia lengua, están llenos de ejemplos de pseudoconceptos: «*La identidad del referente combinada con la divergencia del significado se basa también en la historia de las lenguas... Si trazamos la historia de una palabra cualquiera en cualquier lengua, veremos, aunque a primera vista parezca sorprendente, que sus significados cambian tal como sucede en el pensamiento infantil... Más a menudo de lo que se supone, nuevos fenómenos y objetos reciben denominaciones que tienen en cuenta atributos no esenciales, de modo que el nombre no expresa realmente la naturaleza de la cosa nombrada. Un nombre nunca es un concepto cuando surge por primera vez*» (*op., cit.*, págs. 107-108 de la trad. cast).

No puede decirse que VYGOTSKII exagerara la importancia de los pseudoconceptos en el pensamiento adulto. De hecho, los estudios actuales sobre formación de conceptos naturales en los adultos (véase Cap. V) muestran que los pseudoconceptos no solamente existen sino que constituyen en algunos ámbitos la forma dominante de conceptualización. En nuestra opinión existe una indudable convergencia entre los pseudoconceptos, tal como los define VYGOTSKII, y los conceptos probabilísticos, ya sean prototipos o ejemplares, identificados por ROSCH (1977, 1978) y que constituyen hoy el objeto preferente de los estudios sobre la formación de conceptos (NEISSER, 1987a; ROSCH y LLOYD, 1978; SCHOLNICK, 1983). Al igual que los conceptos probabilísticos, los pseudoconceptos están basados también en un «parecido familiar». De hecho, según VYGOTSKII, si los cúmulos sincréticos son nombres propios, los complejos, y más específicamente los

pseudoconceptos, son como *apellidos*, compartidos por los miembros de una misma familia: «*En esta etapa de su desarrollo, el niño piensa, por así decirlo, en apellidos; el universo de los objetos individuales se torna organizado al agruparse en 'familias' separadas, pero mutuamente relacionadas*» (*op. cit.*, pág. 94 de la trad. cast). Datos desconocidos cuando VYGOTSKII escribía estas líneas, pero sobradamente conocidos en la actualidad, muestran que no sólo los niños «piensan en apellidos», sino que también los adultos lo hacemos de modo frecuente y sistemático. Una vez más las ideas de VYGOTSKII resultan de una modernidad sorprendente, aunque tal vez debiéramos preguntarnos si no es la psicología actual la que demuestra una antigüedad sorprendente.

La actualidad de VYGOTSKII se basa no sólo en que define la existencia de categorías difusas, que tienen los mismos referentes que los conceptos clásicos o científicos correspondientes pero distinto significado, sino en que llega incluso a anticipar los datos recogidos en los más recientes estudios sobre formación de categorías naturales. Estos estudios muestran que de hecho las personas disponen de dos sistemas distintos de conceptualizar la realidad, uno basado en categorías difusas o probabilísticas y el otro consistente en conceptos clásicos o lógicamente definidos (por ej., GLEITMAN, ARMSTRONG y GLEITMAN, 1983; KEIL, 1986, 1987; NEIMARK, 1983; NEISSER, 1987b). En su momento veíamos que estos nuevos datos han dado lugar a una larga serie de dicotomías conceptuales que raramente van más allá de una coexistencia pacífica entre ambos tipos de conceptualización de la realidad. Sin embargo, VYGOTSKII, como han intentado algunos autores recientemente (KEIL, 1987), no se limita a propugnar la coexistencia sino que va más allá y propone una conexión o interacción entre ambos sistemas. De hecho, como señalamos anteriormente, los pseudoconceptos son para VYGOTSKII un puente hacia el tercer tipo de clasificación, los *conceptos*. En la medida en que los pseudoconceptos se basan en una generalización a partir de rasgos similares, son una vía para la formación de los conceptos propiamente dichos. Estos se constituirán además por una segunda vía, la de los *conceptos potenciales*, consistentes en la abstracción de un rasgo constante en una serie de objetos. En este caso, no sólo hay generalización sino también procesos de análisis que permiten diferenciar o aislar un rasgo para su estudio. Pero, por cualquiera de estas dos vías, basadas en procesos inductivos o asociativos, difícilmente se llega a la formación de conceptos verdaderos o abstractos, como son los conceptos científicos. Mediante los procesos tradicionales de abstracción, los conceptos cotidianos sólo pueden llegar a ser representaciones generales, lo que les diferencia de los conceptos científicos. En este punto, VYGOTSKII considera insuficiente el enfoque tradicional, o teoría de la abstracción, y lo contrapone a la vía inversa por la que se adquieren los conceptos científicos. De hecho lo que diferencia a uno y otro tipo de conceptos no es tanto su contenido como los procesos de aprendizaje mediante los que se adquieren (véase DAVYDOV, 1972). Como consecuencia de ello, los conceptos espontáneos y científicos –o los dos sistemas de conceptualización, probabilístico y clásico– van a compartir los mismos referentes, pero van a poseer distintos significados.

Según VYGOTSKII (1934), los *conceptos verdaderos* son los conceptos científi-

cos adquiridos a través de la instrucción. A diferencia de los conceptos espontáneos, los conceptos *científicos* tienen tres rasgos característicos en su adquisición (ver también DAVYDOV, 1972):

a) Los conceptos científicos forman parte de un *sistema.*
b) Se adquieren a través de una toma de *conciencia* de la propia actividad mental.
c) Implican una relación especial con el objeto basada en la internalización de la esencia del concepto.

Los dos primeros aspectos son fundamentales en la adquisición de conceptos científicos y determinan el logro del tercero. De hecho, la sistematización y la toma de conciencia son inseparables en el aprendizaje de conceptos científicos. A diferencia de los conceptos espontáneos en los que la actividad consciente del sujeto está dirigida a los propios objetos, a cuyos rasgos se aplican los procesos de generalización y de análisis, en la formación de los verdaderos conceptos la conciencia del sujeto está dirigida hacia los propios conceptos. Por ello, los conceptos espontáneos y científicos se aprenden por vías opuestas; los conceptos espontáneos van de lo concreto a la abstracto mientras que los científicos siguen el camino inverso. Según VYGOTSKII (1934, pág. 148 de la trad. cast., subrayado del autor), «*el desarrollo de los conceptos espontáneos del niño procede de modo ascendente y el de sus conceptos científicos de modo descendente*» Estas vías opuestas son posibles porque los conceptos no se hallan aislados «como los guisantes en una vaina», según dice VYGOTSKII, sino que, en expresión feliz, forman parte de una *pirámide de conceptos.* La adquisición de los conceptos espontáneos parte de abstracciones realizadas sobre los propios objetos, pero la adquisición de conceptos científicos parte del propio sistema o pirámide de conceptos. Un concepto científico sólo adquiere significado por su relación con otros conceptos dentro de esa pirámide: «*A nosotros nos parece obvio que un concepto sólo pueda estar sujeto a un control consciente y deliberado cuando es parte de un sistema. Si conciencia significa generalización, la generalización a su vez significa la formación de un concepto supraordenado que incluye el concepto dado como un caso particular. Un concepto supraordenado implica la existencia de una serie de conceptos subordinados y presupone también una jerarquía de conceptos de niveles de generalidad*» (*op. cit.,* pág. 130 de la trad. cast). Por ello, en la adquisición de conceptos científicos, conciencia y sistematización –u organización en forma de estructuras de conceptos– son una misma cosa, ya que los conceptos se adquieren tomando conciencia de su relación con otros conceptos dentro de la pirámide.

De esta forma, los diferentes procesos seguidos en el aprendizaje de los conceptos espontáneos y científicos determinan definiciones y estructuraciones distintas de los mismos. Así, los conceptos espontáneos se adquieren y se definen a partir de los objetos a que se refieren, por su *referencia*, mientras que los conceptos científicos se adquieren siempre por relación jerárquica con otros conceptos, por su *sentido.* Esto hace que en los conceptos científicos llegue a captarse la

«esencia» del concepto, posible mediante el análisis consciente de sus relaciones con otros conceptos. Recientes estudios de KEIL (1986, 1987) muestran no sólo que este proceso se produce realmente, sino que tiene lugar incluso a edades más tempranas de las imaginadas por VYGOTSKII. Pero, mientras los referentes de un concepto pueden determinarse por vía asociativa, por procesos de abstracción que conducen a una «representación generalizada» o concepto potencial, la adquisición de su significado o sentido sólo es posible por procesos de reestructuración o reorganización del sistema de conceptos. El aprendizaje de nuevos conceptos más generales obliga a reestructurar progresivamente toda la pirámide: «*Los conceptos nuevos y superiores transforman a su vez el significado de los inferiores... (pero) el niño no tiene que reestructurar separadamente todos sus conceptos anteriores, lo que resultaría además algo semejante a la tarea de Sísifo. Una vez que una nueva estructura ha sido incorporada a su pensamiento –generalmente a través de conceptos adquiridos recientemente en la escuela–, se expande gradualmente sobre los viejos conceptos a medida que éstos ingresan en las operaciones intelectuales de tipo superior*» (*op. cit.*, pág. 155 de la trad. cast).

Según observa el propio VYGOTSKII, no todos los caminos que recorren la pirámide de conceptos para su reestructuración son igualmente fáciles de seguir. La toma de conciencia de las diferencias es, según él, más fácil que la de semejanzas, ya que esta última requiere una estructura de generalización más avanzada. Por ello, es más fácil diferenciar los conceptos que integrarlos generando un nuevo concepto de nivel jerárquicamente superior.

Pero VYGOTSKII no se limita a intentar diferenciar los dos sistemas de aprendizaje de conceptos. Quiere hacer también lo más difícil: conectarlos o integrarlos en un sistema común. En esa conexión, las estructuras de conceptos científicos parecen llevar la mejor parte. En opinión de VYGOTSKII, los conceptos científicos, adquiridos en la instrucción, son la vía a través de la cual se introduce en la mente la conciencia reflexiva, que posteriormente se transfiere a los conceptos espontáneos. Esta idea, acorde con su concepción de las relaciones entre aprendizaje y desarrollo, queda claramente expresada en la siguiente comparación establecida por el propio VYGOTSKII (1934, pág. 149 de la trad. cast.): «*La influencia de los conceptos científicos sobre el desarrollo mental del niño es análoga al efecto del aprendizaje de un idioma extranjero, un proceso consciente y deliberado desde su comienzo. En la lengua nativa los aspectos primitivos del habla se adquieren antes que los más complejos... En el aprendizaje de un idioma extranjero las formas superiores se desarrollan antes que las espontáneas y fluidas... Para el niño, los puntos fuertes de un idioma extranjero son los débiles en el propio, y viceversa*». Pero esa influencia no es unidireccional. Aunque los conceptos científicos hagan posible logros que los conceptos espontáneos por sí solos nunca alcanzarían, también existe la relación inversa. De hecho, el aprendizaje de una lengua extranjera se apoya en el dominio de la propia lengua materna. Igual sucede con los conceptos; según VYGOTSKII todo aprendizaje escolar «tiene su prehistoria». Los conceptos científicos pueden aprenderse sólo cuando los conceptos espontáneos se hallan ya relativamente desarrollados: «*Al elaborar su lento cami-*

no, un concepto cotidiano despeja la trayectoria para el concepto científico y su desarrollo descendente. Crea una serie de estructuras necesarias para la evolución de los aspectos elementales y más primitivos de un concepto» (*op. cit.*, pág. 148 de la trad. cast).

En la terminología usada en este trabajo, diríamos que el significado de los conceptos científicos no puede construirse sin el referente de los conceptos cotidianos. O, en términos de proceso de aprendizaje, los verdaderos conceptos sólo pueden adquirirse por reestructuración, pero esa reestructuración sólo es posible si se apoya en asociaciones previas. Pero llegados a este punto, VYGOTSKII no especifica cómo interactúan concretamente ambos procesos o sistemas de conceptos. De hecho, como señala DAVYDOV (1972), aunque establece la necesidad de diferenciar los conceptos científicos (verdaderos) de las representaciones generales (conceptos potenciales), no proporciona criterios suficientes para esa diferenciación en casos concretos. Lo que parece diferenciar a los unos de los otros son los mecanismos mediante los que se aprenden. Pero el carácter inacabado de la obra de VYGOTSKII hace que la relación entre esos mecanismos diferenciados sólo alcance a ser esbozada. Con todo, ese esbozo supone ya un paso adelante suficientemente firme y constituye una contribución decisiva a la elaboración de una teoría unitaria e integradora del aprendizaje de conceptos.

Los límites de una teoría inacabada

Como decíamos antes, en la explicación vygotskiana del aprendizaje de conceptos se destacan, posiblemente como en ningún otro dominio, las virtudes del pensamiento de VYGOTSKII, pero también los límites de una teoría que permanece inacabada. Muchas de las ideas de VYGOTSKII resultan más sugestivas que suficientes. Su temprana desaparición, unida al largo silencio del organicismo, no sólo en la Unión Soviética sino también en la «psicología burguesa», dejó inconclusas muchas sugerencias prometedoras. Por ello, en muchos aspectos, la aportación de VYGOTSKII sigue siendo más importante desde el punto de vista metateórico que desde el estrictamente teórico.

Entre las mayores virtudes de VYGOTSKII se halla el intento de aunar su rechazo decidido del reduccionismo asociacionista con una firme voluntad integradora. VYGOTSKII evita incurrir en un reduccionismo de signo contrario. Ello es especialmente claro en su identificación de dos sistemas conceptuales adquiridos por procesos de aprendizaje distintos pero relacionados. La caracterización de los conceptos espontáneos como pseudoconceptos y su diferenciación de los conceptos verdaderos o científicos no sólo han sido refrendadas empíricamente por numerosos trabajos posteriores, sino que todavía no han sido superadas por otras teorías de la formación de conceptos más recientes, como las que hemos venido analizando. Existen dos áreas de investigación complementarias en las que la aplicación de las ideas de VYGOTSKII puede resultar particularmente fructífera. Por un lado, los estudios sobre formación de categorías naturales como conceptos probabilísticos, apoyados en los trabajos de ROSCH (1978), han desembo-

cado, en estos últimos años, en una rehabilitación de los conceptos como estructuras lógicas, dando lugar a un nuevo dualismo en los modelos de formación de conceptos (por ej., DEMOPOULOS y MARRAS, 1986; NEISSER, 1987a; SCHOLNICK, 1983). Las ideas de VYGOTSKII sobre las relaciones entre ambos tipos de representaciones conceptuales pueden ser un marco adecuado para desarrollar modelos integradores y no dicotómicos. También los estudios sobre la influencia de las concepciones espontáneas de los alumnos en el aprendizaje de la ciencia pueden beneficiarse de las ideas de VYGOTSKII. Estos estudios, cuyo número e influencia ha crecido enormemente en los últimos años (por ej., DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN, 1985; OSBORNE y FREYBERG, 1985; WEST y PINES, 1985), han venido a desbancar las ideas piagetianas sobre la influencia del pensamiento formal en el aprendizaje de la ciencia y a modificar los hábitos didácticos y las estrategias de enseñanza de la ciencia. Sin embargo, estos estudios carecen en realidad de un marco teórico en el que englobar sus abundantes y a veces sorprendentes resultados. Las ideas de VYGOTSKII sobre las relaciones entre conceptos espontáneos y científicos y sobre el papel de la instrucción, aunque discutibles –y las trataremos brevemente más adelante–, pueden contribuir a la construcción de ese marco teórico que integre multitud de datos dispersos.

La gran virtud de la teoría vygotskiana es no sólo diferenciar esos dos sistemas conceptuales y los mecanismos mediante los que se adquieren, sino sobre todo volverlos a unir una vez diferenciados. Al considerar que el aprendizaje por asociación y por reestructuración, según nuestra terminología, no se excluyen sino que, al contrario, se necesitan el uno al otro, VYGOTSKII evita incurrir en la paradoja del aprendizaje, en la que caían tanto la *Gestalt* como PIAGET. Además VYGOTSKII muestra que es posible tal integración sin abandonar las ideas básicas del organicismo sobre el aprendizaje. De hecho, las ideas de VYGOTSKII sobre el aprendizaje están dirigidas ante todo a analizar los cambios cualitativos que tienen lugar en la organización del conocimiento a medida que se internalizan nuevos conceptos. En VYGOTSKII la reestructuración requiere una conciencia reflexiva con respecto a la propia organización jerárquica de los conceptos. Esta idea es muy similar al papel que desempeña la toma de conciencia en las últimas versiones de la teoría piagetiana de la equilibración (PIAGET, 1975). De hecho, en éste como en otros muchos aspectos, las ideas de VYGOTSKII y PIAGET guardan una estrecha similitud, mayor, como señala MORENO (1989), de la que últimamente suele reconocerse. Ambos autores se acercan a la psicología desde otras disciplinas y, por diferentes motivos, están interesados en el origen de la función semiótica, ambos adoptan un enfoque genético e histórico para analizar el pensamiento adulto, ambos se oponen al asociacionismo y al positivismo experimentalista y, finalmente, ambos adoptan una posición organicista con respecto al problema del aprendizaje. Pero estas similitudes entre sus teorías no ocultan discrepancias importantes, que fueron destacadas ya por el propio VYGOTSKII (1934). Para nuestros propósitos, sin duda la más importante es que VYGOTSKII, a diferencia de PIAGET, cree que el aprendizaje asociativo puede actuar como facilitador de la reestructuración. Esto se refleja en sus diferencias con respecto a las relaciones entre aprendizaje y desarrollo y, en último extremo, en el papel concedido por uno y otro al

medio social y, como consecuencia, en la importancia atribuida a la instrucción. Mientras que para PIAGET éstos son factores que, si bien pueden facilitar el desarrollo, no determinan su curso, para VYGOTSKII son los factores determinantes del aprendizaje, de acuerdo con la ley de la doble formación. Este es, sin duda, otro mérito importante de la teoría de VYGOTSKII, la extraordinaria importancia que le concede a la instrucción y las estrechas relaciones existentes en su teoría entre aprendizaje e instrucción.

Pero este mérito, y con ello entramos ya en las debilidades de la teoría de VYGOTSKII, puede convertirse fácilmente en un demérito. Ya PIAGET (1962), en sus comentarios críticos añadidos a la edición inglesa de *Pensamiento y lenguaje* de VYGOTSKII (1934), acusaba a éste de caer en un «*excesivo optimismo biosocial*» (*op. cit.,* pág. 200 de la trad. cast), por tener una confianza desmedida en las capacidades adaptativas de la actividad. La crítica de PIAGET parece bastante justificada –aunque curiosamente itambién se puede aplicar a la propía concepción piagetiana del pensamiento formal! – e incluso puede añadirse que VYGOTSKII incurre también en un optimismo socioeducativo, apuntado por el mismo PIAGET (1962). Los datos disponibles con respecto al aprendizaje de conceptos científicos por adolescentes o estudiantes universitarios muestran que su asimilación es bastante más difícil e infrecuente de lo que las ideas de VYGOTSKII hacen suponer (CARRETERO, 1985a; POZO, 1987a). No sólo los adolescentes, sino incluso la mayor parte de los adultos sostienen concepciones erróneas sobre muchos fenómenos científicos, ya sean físiconaturales (por ej., DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN, 1985; OSBORNE y FREYBERG, 1985), sociales o históricos (véase CARRETERO, POZO y ASENSIO, 1989, FURNHAM, 1988) o incluso psicológicos (véanse los estudios sobre metaconocimiento, por ej., MORENO, 1989; YUSSEN, 1985). En muchos casos, esos sujetos han sido sometidos a una prolongada instrucción científica que, sin embargo, no modifica sus concepciones espontáneas. Nuevamente, si la teoría de VYGOTSKII puede explicar cómo se adquieren los conceptos cientificos, deja a un lado un fenómeno mucho más frecuente e igualmente importante para una teoría del aprendizaje: ¿por qué en muchos casos no se aprenden esos conceptos? De hecho, la relación facilitadora entre conceptos espontáneos y científicos sostenida por VYGOTSKII, sería refrendada por muy pocos profesores, dada la fuerte resistencia de los conceptos espontáneos a ser modificados. Hoy en día los conceptos espontáneos se reconocen como uno de los mayores enemigos de la labor docente. Se trata, sin duda, de un serio error didáctico. Una estrategia didáctica eficaz para la enseñanza de conceptos científicos debe basarse en las ideas espontáneas de los alumnos para modificarlas (POZO, 1987a) pero tampoco en este punto la aportación de VYGOTSKII es muy concreta. Aunque VYGOTSKII defiende una estrecha relación entre aprendizaje e instrucción, incurre en una cierta imprecisión o bien en una ingenuidad didáctica, al no especificar qué tipos de enseñanza favorecen realmente al aprendizaje de conceptos y cuáles no. En muchos puntos, resulta difícil delimitar si la teoría de VYGOTSKII está inacabada o simplemente es incorrecta. Este es uno de ellos: si la instrucción es el motor del aprendizaje, de acuerdo con la ley de la doble formación, ¿qué procesos de instrucción favorecen al aprendizaje? ¿Cualesquiera? En ese caso, la teoría es clara-

mente incorrecta. ¿Sólo algunos? ¿Entonces cuáles? En este caso, la teoría es imprecisa.

Al ser excesivamente optimista en cuanto a la eficacia de la instrucción en el conocimiento científico, las ideas de VYGOTSKII con respecto a la naturaleza y organización de los conceptos adultos no se ajustan mucho a la realidad. Al no adquirirse conceptos científicos, difícilmente puede haber una transferencia hacia el resto de los conceptos espontáneos. Aunque esto suponga en realidad un apoyo empírico a las relaciones teóricas establecidas por VYGOTSKII entre ambos tipos de conceptos, hace que el pensamiento conceptual de los adultos sea bastante distinto de lo que VYGOTSKII suponía. Como señala FODOR (1972) en su conocida crítica a la obra capital de VYGOTSKII, muchas de las cosas que VYGOTSKII dice con respecto a los niños son, con igual motivo, aplicables a los adultos. Las supuestas deficiencias en la conceptualización infantil, caracterizada por el uso de pseudoconceptos, no son tales –o al menos no son deficiencias evolutivas–, si se tiene en cuenta que también los adultos usan mayoritariamente pseudoconceptos, como muestra la abundante literatura sobre categorías naturales. Según FODOR (1972), lo que sucede es que VYGOTSKII (1934) tiene una concepción equivocada de la naturaleza de los conceptos, según la cual éstos tienen una estructura clásica o bien definida. Aunque esta concepción sea acorde con la lógica booleana, no habría ningún criterio de orden psicológico para mantener que los conceptos clásicos se hallan en un nivel necesariamente superior a los conceptos probabilísticos. De hecho, el uso del término «pseudoconcepto» para referirse a éstos últimos parece basarse en un apriorismo psicológicamente injustificado.

Pero el problema de la jerarquización entre los dos sistemas conceptuales se complica aún más, ya que, como señala DAVYDOV (1972), no hay criterios suficientes en la teoría de VYGOTSKII para determinar cuándo un concepto pertenece a un sistema o a otro. Ello es especialmente grave en el caso de la diferenciación entre conceptos potenciales, consistentes en representaciones o abstracciones generales, y conceptos verdaderos, sólo posibles a partir de la conciencia reflexiva generalizada de los conceptos científicos. Esta falta de criterios nos conduce a uno de los límites más importantes de la teoría inacabada de VYGOTSKII, su falta de concreción o precisión, la vaguedad, ambigüedad o circuiaridad de algunos de sus postulados que hacen muy difícil su especificación. Ello hace que, en muchos aspectos, la aportación de VYGOTSKII sea más metateórica que propiamente teórica. Es decir, las ideas de VYGOTSKII, más que constituir una teoría desarrollada, en nuestro caso para el aprendizaje de conceptos, proporcionan un marco general en el que podría desarrollarse esa teoría. Tal empresa, cincuenta años después de su desaparición, está aún por realizar. La sinfonía sigue estando inacabada.

Las razones por las que sigue inacabada pueden, en algunos casos, encontrarse en la propia evolución de la psicología soviética y occidental, pero en otros son achacables a la propia teoría. Así, por ejemplo, si bien VYGOTSKII ha contribuido a una reformulación de las relaciones entre aprendizaje y desarrollo mediante su concepto de zona de desarrollo potencial, resulta difícil utilizar ese concepto de modo específico, en un contexto educativo o experimental. Mientras que la medición del desarrollo específico es fácil, la determinación del desarrollo poten-

cial está sujeta a una cierta circularidad. Si el sujeto se aprovecha de los mediadores externamente proporcionados, podemos fijar su nivel potencial, pero si no es así, ¿se debe a que el sujeto carece de potencialidades en ese aspecto o simplemente a que los mediadores usados no son los adecuados? Y en este último caso ¿cómo podemos saber cuáles son los adecuados? Nos encontramos nuevamente ante la falta de especificación didáctica, tan importante en una teoría que condiciona el aprendizaje a la instrucción. En último extremo, la circularidad del concepto de zona de desarrollo potencial, es la misma que está presente en la distinción entre competencia y actuación. COHEN (1981) ha argumentado que es imposible demostrar empíricamente que un sujeto carece de una determinada competencia, lo cual es cierto. Pero, como indica DE VEGA (1985a), ello hace que la distinción entre competencia y actuación sea escasamente útil. Otro tanto sucede, en nuestra opinión, con el concepto vygotskiano de zona de desarrollo potencial. Aunque sugestivo, su aplicación efectiva se halla limitada por la ausencia de medidas independientes de la competencia o desarrollo potencial.

La misma inconcreción subyace a otros conceptos vygotskianos. Tal es el caso de las relaciones entre los diversos tipos de aprendizaje. Aunque se postulan interacciones entre ellos, no se especifica la naturaleza de esas interacciones. Se dice que los conceptos espontáneos «facilitan la labor descendente» de los científicos, pero no parece que sea siempre así. ¿Cuándo son facilitadores y cuándo se convierten en un obstáculo? ¿Cuándo el aprendizaje por asociación y por reestructuración se apoyan mutuamente y cuándo actúan en direcciones opuestas? La respuesta a estas preguntas en la teoría de VYGOTSKII debería hallarse lógicamente en las estrategias de instrucción utilizadas. Dado que los conceptos científicos –la única vía para acceder a los conceptos «verdaderos»– sólo pueden adquirirse por instrucción, ¿qué técnicas de instrucción deben usarse? Como señalábamos anteriormente, la vaguedad o indefinición de VYGOTSKII es extrema en este punto. Afortunadamente, en cuanto a las relaciones entre aprendizaje e instrucción sí disponemos de teorías que complementen la metateoría de VYGOTSKII. De entre ellas, la teoría del aprendizaje de AUSUBEL (ASUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978) es, en nuestra opinión el mejor apoyo para las sugestivas, y en muchos casos geniales, ideas de VYGOTSKII.

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

De entre las teorías cognitivas del aprendizaje elaboradas desde posiciones organicistas, la propuesta por AUSUBEL (1973; AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978; NOVAK, 1977; NOVAK y GOWIN, 1984) es especialmente interesante tras la exposición de la teoría de VYGOTSKII, ya que está centrada en el aprendizaje producido en un contexto educativo, es decir en el marco de una situación de interiorización o asimilación, a través de la instrucción. Pero además, la teoría de AUSUBEL se ocupa específicamente de los procesos de aprendizaje/enseñanza de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados por el niño en su vida cotidiana. En la terminología de VYGOTSKII, diríamos que AUSUBEL desarro-

lla una teoría sobre la interiorización o asimilación, a través de la instrucción, de los conceptos verdaderos, que se construyen a partir de conceptos previamente formados o «descubiertos» por el niño en su entorno. Además, al igual que otras teorías organicistas –o verdaderamente constructivistas– AUSUBEL pone el acento de su teoría en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información. Pero, a diferencia de otras posiciones organicistas como la de PIAGET o la propia *Gestalt*, AUSUBEL cree, al igual que VYGOTSKII, que, para que esa reestructuración se produzca se precisa de una instrucción formalmente establecida, que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes. La distinción entre el aprendizaje y la enseñanza es precisamente el punto de partida de la teoría de AUSUBEL.

Aprendizaje memorístico y significativo

AUSUBEL considera que toda situación de aprendizaje, sea escolar o no, puede analizarse conforme a dos dimensiones, que constituyen los ejes vertical y horizontal de la Figura 7.6. Cada uno de estos dos ejes corresponde a un continuo. El continuo vertical hace referencia al tipo de aprendizaje realizado por el alumno, es decir, los procesos mediante los que codifica, transforma y retiene la información, e iría del aprendizaje meramente memorístico o repetitivo –de un número de teléfono o de la forma de obtener comida cuando se está encerrado en una caja de SKINNER– al aprendizaje plenamente *significativo* –del concepto de entropía o de la teoría piagetiana de la equilibración. El continuo horizontal se refiere a la estrategia de instrucción planificada para fomentar ese aprendizaje, que iría de la enseñanza puramente receptiva, en la que el profesor o instructor expone de modo explícito lo que el alumno debe aprender –incluyendo tanto la clásica «lección magistral» como la lectura comprensiva de un texto– a la enseñanza basada exclusivamente en el descubrimiento espontáneo por parte del alumno –predominante en la vida extraescolar, pero también presente en la escuela, sea en forma de investigación en el laboratorio o, más frecuentemente, de solución de problemas.

Una de las aportaciones más relevantes de la posición de AUSUBEL es la distinción entre estos dos ejes, que serían bastante independientes el uno del otro. Además, al concebir el aprendizaje y la enseñanza como continuos, y no como variables dicotómicas, AUSUBEL evita reduccionismos y, además, establece la posibilidad de interacciones entre asociación y reestructuración en el aprendizaje. Ello permite distinguir entre distintos tipos de instrucción en función de su colocación en ambos continuos, tal como recoge la Figura 7.6.

Aunque no podemos ocuparnos aquí de las estrategias de enseñanza, la distinción entre aprendizaje y enseñanza supone la superación de la vieja y falsa dicotomía entre la enseñanza tradicional y la mal llamada «enseñanza activa», dicotomía sustentada en la indiferenciación entre procesos de aprendizaje y estra-

tegias de enseñanza. AUSUBEL viene a mostrar que, aunque el aprendizaje y la instrucción interactúan, son relativamente independientes, de tal manera que ciertas formas de enseñanza no conducen por fuerza a un tipo determinado de aprendizaje. Más concretamente, tanto el aprendizaje significativo como el memorístico son posibles en ambos tipos de enseñanza, la receptiva o expositiva y la enseñanza por descubrimiento o investigación, como se ejemplifica en la Figura 7.6.

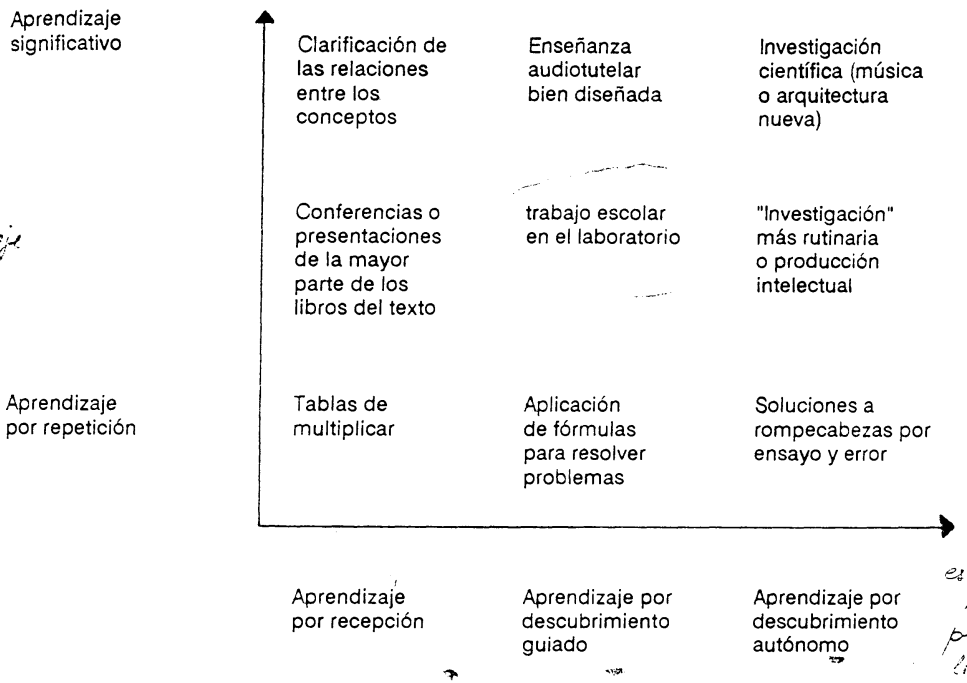


FIGURA 7.6. Clasificación de las situaciones de aprendizaje según Ausubel, Novak y Hanesian (1978, pág. 35 de la trad. cast.: *Psicología educativa*. Reproducido con permiso de Editorial Trillas, S.A.).

Centrándonos en el eje vertical, AUSUBEL distingue entre aprendizaje memorístico y significativo. Según AUSUBEL, un aprendizaje es significativo cuando «*puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe*» (AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978, pág. 37 de la trad. cast.). En otras palabras, un aprendizaje es significativo cuando puede incorporarse a las estructuras de conocimiento que posee el sujeto, es decir cuando el nuevo material adquiere significado para el sujeto a partir de su relación con conocimientos anteriores. Para ello es necesario que el material que debe aprenderse posea un significado en sí mismo, es decir, que haya una relación no arbitraria o simplemente asociativa entre sus partes. Pero es necesario además que el alumno disponga de los requisitos cognitivos necesarios para asimilar ese significado, sobre los que volveremos más adelante.

El aprendizaje memorístico o por repetición es aquel en el que los contenidos están relacionados entre sí de un modo arbitrario, es decir careciendo de todo significado para la persona que aprende. Es el clásico aprendizaje por asociación: «*se da cuando la tarea de aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias*» (*op. cit.*, pág. 37). Es el tipo de aprendizaje estudiado en esa larga tradición del aprendizaje verbal, nacida en EBBINGHAUS, que estudia cómo los sujetos memorizan y retienen cadenas de dígitos o sílabas *sin significado*. No obstante, el aprendizaje memorístico también puede producirse con materiales que posean un significado en sí mismos, siempre que no se cumplan las condiciones del aprendizaje significativo desarrolladas en el próximo apartado.

Además de diferenciarse cognitivamente, ambos extremos del continuo de aprendizaje se distinguen también por el tipo de motivación que promueven y por las actitudes del alumno ante el aprendizaje. Todas esas diferencias quedan reflejadas en el resumen de NOVAK y GOWIN (1984) que se recoge en la Tabla 7.2.

TABLA 7.2. *Diferencias fundamentales entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico, según Novak y Gowin (1984).*

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	Incorporación sustantiva, no arbitraria y no verbalista de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva.
	Esfuerzo deliberado por relacionar los nuevos conocimientos con conceptos de nivel superior, más inclusivos, ya existentes en la estructura cognitiva.
	Aprendizaje relacionado con experiencias, con hechos u objetos.
	Implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.
APRENDIZAJE MEMORISTICO	Incorporación no sustantiva, arbitraria y verbalista de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva.
	Ningún esfuerzo por integrar los nuevos conocimientos con conceptos ya existentes en la estructura cognitiva.
	Aprendizaje no relacionado con experiencias, con hechos u objetos.
	Ninguna implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores

Es evidente que, al establecer esta distinción, similar a la que hicieran los autores de la *Gestalt*, PIAGET o VYGOTSKII, AUSUBEL está señalando que el aprendizaje de estructuras conceptuales implica una comprensión de las mismas y que esa comprensión no puede alcanzarse sólo por procedimientos asociativos (o memorísticos). No obstante, AUSUBEL admite que, en muchos momentos del aprendizaje escolar o extraescolar, puede haber aspectos memorísticos. Pero el aprendizaje memorístico va perdiendo importancia gradualmente a medida que el niño adquiere más conocimientos, ya que al aumentar éstos se facilita el establecimiento de relaciones significativas con cualquier material (por ej., el aprendizaje del vocabulario en una segunda lengua no será exclusivamente memorístico, ya

que puede basarse en las relaciones de significado establecidas ya en la lengua materna). En cualquier caso, según AUSUBEL, el aprendizaje significativo será generalmente más eficaz que el aprendizaje memorístico. Esa mayor eficacia se debería a las tres ventajas esenciales de la comprensión o asimilación sobre la repetición (NOVAK, 1977): producir una retención más duradera de la información, facilitar nuevos aprendizajes relacionados y producir cambios profundos -o significativos- que persisten más allá del olvido de los detalles concretos. En cambio, el aprendizaje memorístico sólo será superior en el caso -extremadamente frecuente, por cierto- de que la evaluación del aprendizaje requiera un recuerdo literal del original.

En todo caso, debe recordarse que los tipos de aprendizaje constituirían un continuo y no una simple dicotomía, por lo que aprendizaje memorístico y significativo no son excluyentes, sino que pueden coexistir. No obstante, la teoría de AUSUBEL está dedicada exclusivamente a analizar cómo se produce la adquisición de nuevos significados, por lo que la repetición o la memorización sólo es tenida en cuenta en la medida en que pueda intervenir en esa adquisición.

Las condiciones del aprendizaje significativo

Pero ¿cuándo se produce el aprendizaje significativo? Según AUSUBEL para que se produzca un aprendizaje significativo es preciso que tanto el material que debe aprenderse como el sujeto que debe aprenderlo cumplan ciertas condiciones. En cuanto al material, es preciso que no sea arbitrario, es decir que posea significado en sí mismo. Un material posee significado lógico o potencial si sus elementos están organizados y no sólo yuxtapuestos. Es difícil que puedan aprenderse significativamente aquellos materiales que no tienen significado. Y, durante varias décadas, el estudio del aprendizaje humano en los laboratorios de psicología se ha basado en materiales sin significado potencial, como sílabas sin sentido o dígitos. Para que haya aprendizaje significativo, el material debe estar compuesto por elementos *organizados* en una estructura, de tal forma que las distintas partes de esa estructura se relacionen entre sí de modo no arbitrario. La lista de los Reyes Godos o la de los afluentes del Duero por la izquierda difícilmente pueden aprenderse de modo significativo. La única forma de hacerlo -y es a la que recurren la mayor parte de las mnemotecnias (por ej., LIEURY, 1981)- es establecer relaciones significativas entre las partes (por ej., a través de la evolución de los reinos visigodos y de la conexión temporal y causal de un período -y un rey- con otro).

Pero no siempre los materiales estructurados con lógica se aprenden significativamente. Para ello es necesario además que se cumplan otras condiciones en la persona que debe aprenderlos. En primer lugar, es necesaria una *predisposición* para el aprendizaje significativo. Dado que comprender requiere siempre un esfuerzo, la persona debe tener algún motivo para esforzarse. Es sobradamente conocido, desde las investigaciones de los conductistas con ratas corriendo hambrientas por los laberintos, que el aprendizaje -como los crímenes- necesita

siempre un móvil. Por más significativo que sea un material –es decir, por más relaciones potenciales que contenga–, si el alumno o aprendiz no está dispuesto a esforzarse en relacionar y se limita a repetir el material, no habrá aprendizaje significativo.

Al margen de los numerosos motivos que un alumno puede tener para no interesarse en relacionar o aprender significativamente un material[1], AUSUBEL señala dos situaciones frecuentes en la instrucción que «extinguen» la predisposición para el aprendizaje significativo en el alumno, induciendo un aprendizaje memorístico. «*Una razón de que se desarrolle comúnmente en los alumnos una propensión hacia el aprendizaje repetitivo en relación con materiales potencialmente significativos consiste en que aprenden, por triste experiencia, que las respuestas sustancialmente correctas, que carecen de correspondencia literal con lo que les han enseñado, no son válidas para algunos profesores. Otra razón consiste en que, por un nivel generalmente elevado de ansiedad o por experiencias de fracasos crónicos en un tema dado..., carecen de confianza en sus capacidades para aprender significativamente y de ahí que, aparte del aprendizaje por repetición, no encuentren ninguna otra alternativa que el pánico*» (AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978, págs. 48-49 de la trad. cast). Esta última causa del aprendizaje repetitivo de materiales que deberían ser comprendidos está siendo resaltada por numerosos estudios sobre la *motivación de logro* en el rendimiento académico (por ej., ALONSO TAPIA, 1983, 1984; ALONSO TAPIA y PARDO, 1986; ROGERS, 1982; WEINER, 1972, 1979). Según estos estudios, la interiorización de los fracasos académicos, como consecuencia de su atribución a factores personales internos, hará que el alumno, enfrentado a una nueva tarea de aprendizaje, prevea un nuevo fracaso y no esté, por tanto, en disposición de esforzarse por encontrar un sentido a la nueva tarea.

Sin duda, una de las razones que puede conducir a los alumnos a no intentar comprender y –en la terminología de PIAGET– limitarse a buscar el éxito, puede ser que sus intentos anteriores por comprender materiales potencialmente significativos hayan concluido en un fracaso, debido a la ausencia de una tercera condición del aprendizaje significativo que reside también en el sujeto. Para que se produzca un aprendizaje significativo, además de un material con significado y una predisposición por parte del sujeto, es necesario que la estructura cognitiva del alumno contenga *ideas inclusoras*, esto es, ideas con las que pueda ser relacionado el nuevo material. Es posible que la mayor parte de los lectores de este libro, enfrentados a un Tratado de Física del Estado Sólido o, tal vez, a la Teoría de la Relatividad, difícilmente lograrán comprender gran cosa, por más empeño que pongan y por bien que esté organizado el material.

Por consiguiente, la transformación del significado lógico en significado psicológico no está asegurada sólo con estructurar los materiales. Según AUSUBEL,

[1] Claxton (1984) recoge una anécdota de Postman y Weingartner (1971) que ilustra vívidamente algunos de esos *motivos*. Parece ser que un profesor de una escuela de un *ghetto* negro en Estados Unidos preguntó a un niño: «¿Cuántas patas tiene un saltamontes?». El niño, moviendo tristemente la cabeza, contestó: «Ojalá tuviera los *mismos* problemas que usted».

el significado psicológico es siempre idiosincrásico y se alcanza cuando una persona concreta asimila un significado lógico (por ej., un concepto científico) dentro de su propia estructura cognitiva individual. En otras palabras, el aprendizaje significativo es producto siempre de la interacción entre un material o una información nueva y la estructura cognitiva preexistente. En último extremo, los significados son siempre una construcción individual, íntima, ya que la comprensión o asimilación de un material implica siempre una deformación personal de lo aprendido. Sin embargo, esto no es incompatible con la idea ausubeliana de que la mayor parte de los significados se reciben, no se descubren. De hecho, el aprendizaje significativo es la vía por la que las personas asimilan la cultura que les rodea (AUSUBEL, 1973), una idea fuertemente vygostkiana que hace de la teoría de AUSUBEL un complemento instruccional adecuado al marco teórico general de VYGOSTSKII. A pesar del carácter intrapersonal de los significados psicológicos, éstos se adquieren generalmente en contextos de instrucción, interpersonales, que generan una notable homogeneidad intracultural en esos significados.

Hemos dicho que el aprendizaje significativo se produce cuando se relaciona –o asimilia– información nueva con algún concepto inclusor ya existente en la estructura cognitiva del individuo que resulte relevante para el nuevo material que se intenta aprender. A su vez, en un proceso muy similar a la acomodación piagetiana (para una comparación de ambos véase LAWTON, SAUNDERS y MUHS, 1980), la nueva información aprendida modificará la estructura cognitiva del individuo. En función de la naturaleza de la nueva información y de su relación con las ideas activadas en la mente de la persona que aprende, AUSUBEL distingue varios tipos de aprendizaje significativo.

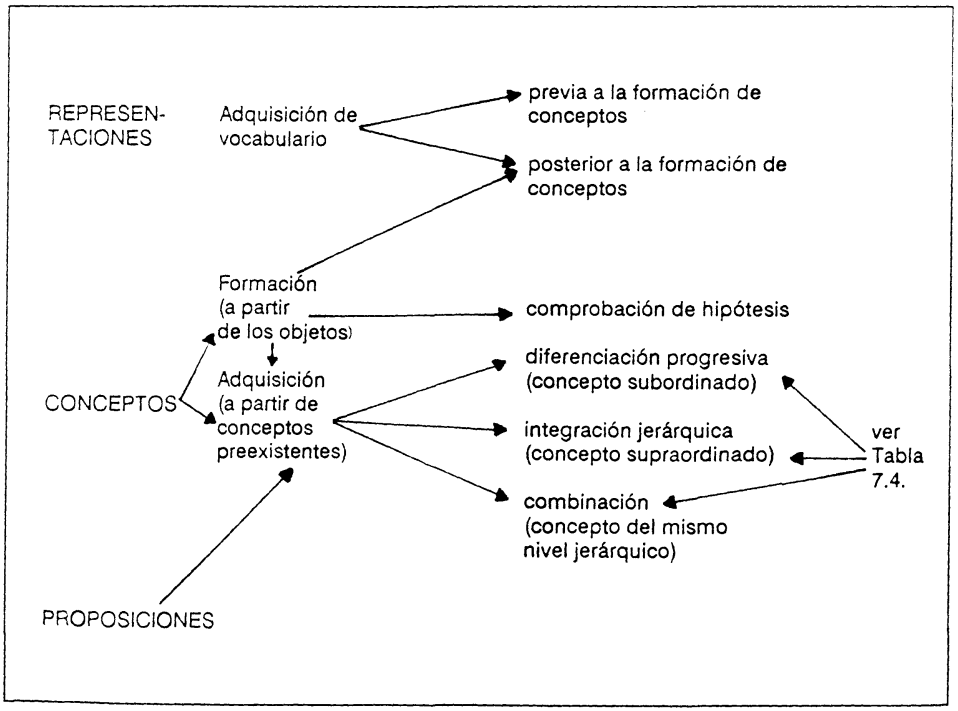
Tipos de aprendizaje significativo

En función de la naturaleza del conocimiento adquirido, AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN (1978) distinguen tres tipos básicos de aprendizaje significativo (véase Tabla 7.3): el aprendizaje de representaciones, de conceptos y de proposiciones. Existe una escala de «significatividad» creciente en estos tres tipos de conocimiento, de forma que las representaciones son más simples que los conceptos y, por tanto, más próximas al extremo repetitivo del continuo de aprendizaje, mientras que, a su vez, las proposiciones son más complejas que los conceptos, ya que por definición una proposición es la relación entre varios conceptos.

El aprendizaje de *representaciones* tiene como resultado conocer que «*las palabras particulares representan y en consecuencia significan psicológicamente las mismas cosas que sus referentes*» (AUSUBEL, NOVAK y HANESIAN, 1978, pág. 57 de la trad. cast.). Se trata por tanto, de la adquisición del vocabulario, dentro de la cual AUSUBEL establece, a su vez, dos variantes: el aprendizaje de representaciones previo a los conceptos y el posterior a la formación de conceptos. Las primeras palabras que el niño aprendería representarían objetos u hechos reales y no categorías. Sólo más adelante, cuando el niño haya adquirido ya sus primeros conceptos, deberá aprender subsiguientemente un vocabulario que los represen-

te. La diferencia entre ambos tipos de aprendizaje representativo reside, según AUSUBEL, en que en el caso del vocabulario conceptual, antes de aprender el significado de la palabra el niño ha tenido que «*aprender significativamente lo que significa el referente*» (*op. cit.*, pág. 59), lo que no sucede en el vocabulario relativo a cosas o hechos reales, no categóricos. En cualquier caso, el aprendizaje de representaciones sería el tipo de aprendizaje significativo más próximo a lo repetitivo, ya que siempre en el aprendizaje del vocabulario hay elementos o relaciones arbitrarias que deben adquirirse por repetición. Un ejemplo muy obvio sería el aprendizaje del vocabulario en una segunda lengua. Dado que, por definición, los nombres de las cosas son generalmente convencionales o arbitrarios y no guardan ninguna relación necesaria con sus referentes, será necesario repetirlos para afianzar esa asociación arbitraria. Pero, aun en este caso, persiste un mínimo de significatividad en el aprendizaje, ya que la nueva palabra extranjera habitualmente puede asociarse («traducirse») a un término equivalente en la lengua materna, que posee ya un significado propio. Además, existen raíces, etimologías y reglas de formación que hacen que incluso el aprendizaje del vocabulario de una lengua extranjera sea muchas veces una tarea sustancial y no arbitraria.

TABLA 7.3. *Tipos básicos de aprendizaje significativo en la teoría de Ausubel.*



AUSUBEL (*op. cit.*, pág. 61) define los *conceptos* como «*objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes y que se designan mediante algún símbolo o signo*». Por tanto, para AUSUBEL los conceptos son claramente una estructura lógica, alineándose dentro de la concepción clásica (véase Caps. IV y V de este libro). Según su teoría, habría dos formas básicas de aprender los conceptos, es decir de relacionar determinados objetos, eventos, etc., con ciertos atributos comunes a todos ellos. En primer lugar, habría un proceso de *formación de conceptos* consistente en una abstracción inductiva a partir de experiencias empíricas concretas. Sería un aprendizaje basado en situaciones de descubrimiento que incluiría procesos como la diferenciación, la generalización, la formulación y comprobación de hipótesis, etc. En términos generales, la formación de conceptos en la teoría de AUSUBEL tendría lugar por procesos muy similares a los analizados en el Capítulo IV dedicado a la adquisición de conceptos artificiales, especialmente con las teorías de la comprobación de hipótesis. Según AUSUBEL, ésta sería la forma predominante de adquirir conceptos en el período preescolar. Pero, a medida que el niño va recibiendo instrucción formal, se iría produciendo cada vez en mayor grado una *asimilación de conceptos*, consistente en relacionar los nuevos conceptos con otros anteriormente formados y ya existentes en la mente del niño. Mientras que en la formación de conceptos el significado se extraería por abstracción de la propia realidad, en la asimilación el significado es un producto de la interacción entre la nueva información con las estructuras conceptuales ya construidas. Según AUSUBEL, la asimilación sería la forma predominante de adquirir conceptos a partir de la edad escolar y muy especialmente en la adolescencia y la edad adulta. A diferencia de la formación de conceptos, la asimilación sería un aprendizaje significativo producido en contextos receptivos y no de descubrimiento, por lo que sólo será posible a partir de la instrucción.

La asimilación de conceptos nos conduce al tercer tipo básico de aprendizaje significativo. Si asimilar un concepto es relacionarlo con otros preexistentes en la estructura cognitiva, el aprendizaje de *proposiciones* consiste en adquirir el significado de nuevas ideas expresadas en una frase o una oración que contiene dos o más conceptos. Por ejemplo, la célebre definición según la cual «el viento es el aire en movimiento» es una proposición. Como dice NOVAK (1985, pág. 192, nota 2) «*Las proposiciones son dos o más conceptos ligados en una unidad semántica... Utilizando una metáfora un tanto tosca, las proposiciones son las 'moiéculas' a partir de las que se construye el significado y los conceptos son los 'átomos' del significado*». De acuerdo con esta metáfora, que como se recordará fue usada ya por VYGOYTSKII con fines similares, el significado de una proposición no será igual a la suma de los significados de sus «átomos» componentes.

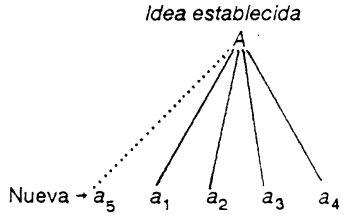
En la medida en que las proposiciones implican una relación entre conceptos, sólo pueden ser adquiridas por asimilación. Por tanto, a partir de la edad escolar, la asimilación es el proceso fundamental de la adquisición de significados. Tal como venimos insistiendo, el rasgo esencial del proceso de asimilación –donde la coincidencia terminológica con PIAGET no es casual aunque no siempre haya sido destacada– es la relación entre la estructura de los materiales presentados para

el aprendizaje y la estructura cognitiva de la persona que aprende. En función del tipo de relación jerárquica entre las ideas ya existentes y las nuevas ideas, AUSUBEL distingue tres formas de aprendizaje por asimilación, que se recogen en la Tabla 7.4.

TABLA 7.4. *Formas de aprendizaje significativo según la teoría de la asimilación de Ausubel (en Ausubel, Novak y Hanesian, 1978, pág. 71 de la trad. cast.: Psicología educativa.* Reproducido con permiso de Editorial Trillas, S.A.*).*

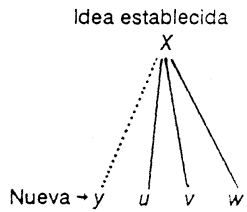
1. *Aprendizaje subordinado:*

   A. Inclusión derivativa



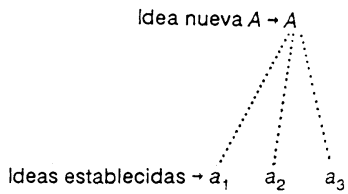
En la inclusión derivativa, la nueva información *a*, es vinculada a la idea supraordinada *A* y representa otro caso o extensión de *A*. No se cambian los atributos de criterio del concepto *A*, pero se reconocen nuevos ejemplos como relevantes.

   B. Inclusión correlativa



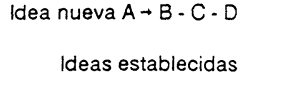
En la inclusión correlativa, la nueva información *y* es vinculada a la idea *X*, pero es una extensión, modificación o limitación de *X*. Los atributos de criterio del concepto incluido pueden ser extendidos o modificados con la nueva inclusión correlativa.

2. *Aprendizaje supraordinado:*



En el aprendizaje supraordinado, las ideas establecidas a_1, a_2, y a_3 se reconocen como ejemplos más específicos de la idea nueva *A* y se vinculan a *A*. La idea supraordinada *A* se define mediante un conjunto nuevo de atributos de criterio que abarcan las ideas subordinadas.

3. *Aprendizaje combinatorio:*



En el aprendizaje combinatorio, la idea nueva *A* es vista en relación con las ideas existentes *B, C* y *D*, pero no es más inclusiva ni más espefícica que las ideas *B, C* y *D*. En este caso, se considera que la idea nueva *A* tiene algunos atributos de criterio en común con las ideas preexistentes.

Según AUSUBEL, la mayor parte de los aprendizajes significativos son *subordinados*, es decir la nueva idea aprendida se halla jerárquicamente subordinada a una idea ya existente. En este tipo de aprendizajes se produce una *diferenciación progresiva* de conceptos ya existentes en varios conceptos de nivel inferior. Así, por ejemplo, en un determinado momento un alumno puede aprender a diferenciar entre diversos tipos de velocidades: instantánea, media, etc. Muchos de los errores conceptuales que se observan en la comprensión de los conceptos científicos (por ej., en la mecánica newtoniana véase DRIVER, 1986; POZO, 1987a, 1987c) son, de hecho, producto de una diferenciación insuficiente entre conceptos. Existen dos tipos de aprendizaje subordinado. En el caso de la inclusión derivativa, la nueva información subordinada se limita a ejemplificar o apoyar un concepto ya existente, pero sin que cambien los atributos que definen a éste. En este caso, la diferenciación consiguiente da lugar simplemente a un reconocimiento de la existencia de varias subclases de un concepto pero sin que éste sufra ninguna modificación. En cambio, cuando se produce una inclusión correlativa, la diferenciación habida acaba modificando a su vez el significado del concepto inclusor supraordinado. Por ejemplo, en el caso de la diferenciación entre diversos tipos de velocidades acabará dando lugar a la aparición del concepto de aceleración que subvierte completamente el significado de la velocidad en la estructura conceptual de la mecánica.

La idea asubeliana de que la mayor parte de los conocimientos se adquieren por diferenciación progresiva de los conceptos o estructuras ya existentes es, sin duda, atractiva. El propio VYGOTSKII (1934) reconocía la mayor facilidad de la diferenciación en la reestructuración conceptual. Más recientemente, BEREITER (1985) ha señalado que esta preferencia se debe, en parte, a que resulta más fácil explicar cómo surge un conocimiento más específico de uno más general que a la inversa. Sin embargo, en este caso, el problema es explicar cómo surgen los conceptos inclusores más generales de los que se diferencian todos los demás. Si el único mecanismo de aprendizaje fuera la diferenciación, estaríamos una vez más plenamente inmersos en una paradoja del aprendizaje y sería imposible elaborar una teoria del aprendizaje de conceptos, como piensa, recordemos, FODOR, (1975, 1979).

Por ello, aunque AUSUBEL está convencido de la primacía de la diferenciación, admite otras dos formas de aprendizaje significativo. El aprendizaje *supraordinado* es justamente el proceso inverso a la diferenciación. En él las ideas existentes son más específicas que la idea que se intenta adquirir. Se produce una *reconciliación integradora* entre los rasgos de una serie de conceptos que da lugar a la aparición de un nuevo concepto más general o supraordinado. Al referirnos, cuando exponíamos la teoría del aprendizaje de la *Gestalt*, al análisis de WERTHEIMER (1945) sobre la definición de la ley de la inercia por GALILEO, vimos un ejemplo de este aprendizaje supraordinado. GALILEO se dió cuenta de que dos conceptos que hasta entonces se hallaban a un mismo nivel jerárquico pero sin conexión entre sí (el reposo y la velocidad constante de un móvil) eran en realidad dos manifestaciones de una misma ley general: la ley de la inercia. De hecho, la aparición de nuevas ideas o teorías en la historia de la ciencia se produce, en muchos ca-

sos, mediante el descubrimiento de nuevas leyes o conceptos más generales que permiten explicar de una misma forma fenómenos que antes se consideraban dispares. Tal es el caso no sólo en la mecánica newtoniana (por ej., KOYRÉ, 1965; MORENO, 1988; PIAGET, y GARCÍA, 1983; POZO, 1987c) sino también de la revolución darwiniana en biología (GRUBER, 1981; PISKOPPEL, 1985) y de otras revoluciones científicas (LAKATOS, 1978).

Una última forma de aprendizaje significativo es el *combinatorio*. En este caso, la idea nueva y las ideas ya establecidas no están relacionadas jerárquicamente, sino que se hallan al mismo nivel dentro de la «pirámide de conceptos», usando la terminología de VYGOTSKII. Dentro de este tipo de aprendizaje significativo podrían incluirse diversas modalidades de aprendizaje por analogía. Tal vez el aprendizaje combinatorio sea en muchos casos una fase previa a la diferenciación o a la reconciliación integradora. La incorporación de nuevos conceptos en el mismo nivel jerárquico puede acabar en la necesidad de diferenciarlos o integrarlos dentro de otro concepto más general.

En definitiva, como podemos observar, para hacer un análisis ausubeliano de una situación de aprendizaje es necesario disponer tanto de la estuctura lógica de la disciplina como de la estructura psicológica del alumno en esa misma área de conocimiento e ir introduciendo progresivas diferenciaciones en las ideas del alumno, acompañadas ocasionalmente de algunas comparaciones y generalizaciones. En otras palabras, según AUSUBEL el aprendizaje de conceptos procede fundamentalmente de lo general a lo específico, siguiendo una vía descendente similar a la impuesta por VYGOTSKII (1934) con respecto al aprendizaje de conceptos científicos. En este punto hay claras diferencias entre las teorías del aprendizaje por inducción, características de los enfoques asociacionistas (véase Segunda Parte del libro) y los enfoques organicistas, como la teoría del aprendizaje significativo de AUSUBEL. Mientras que para los inductivistas, los conceptos superiores se alcanzan por yuxtaposición o asociación entre conceptos de nivel inferior, para AUSUBEL el significado final de una estructura no es igual a la suma de las partes. La diferenciación por inclusión correlativa es un ejemplo de ello. Una segunda diferencia es que, en las teorías asociacionistas, el aprendizaje procede de lo específico a lo general, mientras que en AUSUBEL sigue el camino inverso. No es casual que así sea. Como muy bien observó VYGOTSKII (1934) ambas vías de aprendizaje dan lugar a sistemas conceptuales muy diferentes. Sin embargo, aunque diferentes, esos sistemas deben estar conectados, con lo que los dos tipos de aprendizaje deben también relacionarse.

Aprendizaje significativo y reestructuración

El problema, tal como lo planteábamos antes, es, una vez más, conseguir integrar en una misma teoría ambas posiciones aparentemente contradictorias. En su momento vimos las insuficiencias del asociacionismo. Pero la posición de AUSUBEL tampoco está libre de críticas. La idea de que la mayor parte de los conceptos se adquiere por diferenciación de otros más generales es, cuando menos,

discutible, tanto si nos referimos a los aprendizajes naturales o espontáneos como a los artificiales o científicos. En el caso del aprendizaje de conceptos naturales (véase Cap. V), se ha comprobado que los primeros conceptos que se adquieren no son ni los más generales ni los más específicos sino que tienen un nivel de abstracción intermedio (ROSCH, 1977, 1978). Así, los aprendizajes naturales proceden tanto por diferenciación de conceptos en otros más específicos como por abstracción de conceptos más generales a partir de conceptos subordinados. Igual sucede en el caso de los aprendizajes artificiales. Los análisis psicológicos de WERTHEIMER (1945) que hemos mencionado anteriormente, a los que podrían añadirse los de otros autores (por ej., GRUBER, 1981; PIAGET y GARCÍA, 1983; PISKOPPEL, 1985), muestran que, en la historia de la ciencia, los nuevos conceptos surgen generalmente por integración de otros más simples y no por procesos de diferenciación. Lo realmente nuevo de una teoría suele ser la reorganización de ideas que ya suelen estar presentes en otras teorías anteriores, de tal forma que todas ellas, de acuerdo con los principios del aprendizaje por reestructuración, adquieren un nuevo significado.

Pero si la ciencia no avanza sólo por diferenciación progresiva de sus conceptos, sino sobre todo por reconciliaciones integradoras que dan lugar a verdaderas revoluciones o reestructuraciones, quedaría la duda de si estos mismos procesos se reproducen en el caso del aprendizaje de la ciencia o si son característicos sólo de la creación científica. Los estudios comparativos sobre la organización conceptual en expertos y novatos en diversas áreas científicas –que se analizarán a continuación, en el Capítulo VIII –muestran que, al igual que sucede en los procesos de creación científica, el aprendizaje de la ciencia procede en muchos casos de lo específico a lo general (véanse CHI y GLASER, 1985; CHI, GLASER y REES, 1982). El conocimiento de los expertos difiere del de los novatos en que está organizado en torno a conceptos de nivel jerárquico superior. En otras palabras, como veremos en las próximas páginas, la conversión de una persona en experto implica la construcción de una red de conceptos más generales en los que quedan integrados los conocimientos anteriores más específicos.

En definitiva, los datos que conocemos sobre el aprendizaje de conceptos muestran que, como muy bien señalaba VYGOTSKII (1934), éste se produce tanto de modo ascendente como descendente en la pirámide de conceptos. Aunque la teoría de AUSUBEL reconoce este hecho, al diferenciar entre varios tipos de aprendizaje significativo, parece excesivamente centrada en el aprendizaje por diferenciación, ya que no hay pruebas de que el aprendizaje significativo o la reestructuración se produzcan sólo por diferenciación, aunque sí es cierto que diversos autores (por ej., BEREITER, 1985; VYGOTSKII, 1934) han destacado que la diferenciación resulta psicológicamente más fácil que la integración.

Junto al tratamiento insuficiente de los procesos inductivos, la teoría de AUSUBEL adolece de un problema más general que afecta a todos los tipos de aprendizaje significativo, ya sean inductivos o deductivos. Se trata del escaso y poco desarrollado papel de la toma de conciencia en la reestructuración. Esto es especialmente patente en el desarrollo didáctico de su teoría del aprendizaje. Aunque la enseñanza expositiva basada en las ideas de AUSUBEL atiende a los conceptos pre-

vios de los alumnos, no llega a conceder suficiente importancia a la naturaleza y la persistencia de esos conceptos. Para comprender este punto, sería necesario considerar la teoría de AUSUBEL desde una perspectiva didáctica. De hecho, aunque hemos venido exponiendo la teoría ausubeliana del aprendizaje sin referirnos explícitamente a sus implicaciones didácticas, el lector habrá comprendido que esta teoría sólo cobra auténtico significado en su aplicación a la enseñanza (véanse por ej., ARAUJO y CHADWICK, 1975; GARCIA MADRUGA y MARTIN CORDERO, 1987; JOYCE y WEIL, 1978; MOREIRA y NOVAK, 1988; NOVAK, 1977). En último extremo, el aprendizaje significativo, y en general la reestructuración de conocimientos, es un producto directo o indirecto de la instrucción. Una síntesis de los rasgos comunes a las teorías de la reestructuración revisadas en este capítulo, así como de la posible complementariedad de esas teorías, nos mostrará las razones de esta vinculación entre reestructuración e instrucción, así como la necesidad de que los enfoques organicistas logren integrar los procesos asociativos como parte constitutiva de la reestructuración, integración que se producirá necesariamente en contextos de instrucción.

Los límites de las teorías organicistas: la reestructuración como un producto de la instrucción

Aunque las diversas teorías de la reestructuración revisadas en este capítulo difieren en algunos puntos importantes –por ej., no todas ellas estarían de acuerdo con el título que encabeza este apartado– coinciden en los aspectos más relevantes. Esta coincidencia es producto de una concepción común del conocimiento, que al comienzo del capítulo definíamos como un *constructivismo dinámico*, contrario a los principios de correspondencia y equipotencialidad de los que parten las teorías asociacionistas. Aunque, en su intento de eludir la llamada «paradoja del aprendizaje» (PASCUAL-LEONE, 1980), las diversas teorías organicistas resuelven ese constructivismo de modo diferente, todas ellas coinciden en que el aprendizaje es un producto de la interacción entre dos sistemas, dotado cada uno de ellos de sus propias formas de organización: el sujeto y el objeto. La reestructuración sería el proceso por el que el sujeto, como consecuencia de sus interacciones con los objetos, halla nuevas formas de organizar o estructurar sus conocimientos más adaptadas a la estructura del mundo externo. Esa reestructuración –y en esto también coinciden en mayor medida todas las teorías revisadas– requerirá una toma de conciencia por parte del sujeto. Pero, según apuntan sobre todo PIAGET y VYGOTSKII, esa toma de conciencia debe ir esencialmente dirigida hacia las propias estructuras de conocimiento. Ya en el Capítulo III observábamos, a partir del celebrado ejemplo de la habitación china, que los significados son un producto de la conciencia.

A lo largo de este capítulo, hemos ido viendo que la reestructuración es un proceso complejo, que requiere la convergencia de diversas condiciones para su ocurrencia. Así hemos señalado que la reestructuración no es un producto directo de la «conducta» de los objetos, *no se corresponde* con ellos. Más bien es un

producto de la toma de conciencia de que las estructuras conceptuales no se corresponden con la realidad sobre la que se proyectan. CLAXTON (1984) pone un ejemplo muy ilustrativo de esta distinción. Según él, para movernos por el mundo –«el territorio»– necesitamos disponer de modelos o teorías personales que organicen el mundo –«los mapas». Para que cambiemos de mapa (lo reestructuremos), no basta con que no se corresponda con el territorio, ya que por definición todos los mapas difieren de los territorios que representan. Es necesario además que nos perdamos en el territorio y sepamos qué está equivocado en nuestro mapa. Para ello no es suficiente con pasear por el territorio; hay que conocer y analizar el propio mapa. En definitiva, como señala LAKATOS (1978) no son nunca los datos los que refutan las teorías; es la aparición de otra teoría mejor.

Pero si los datos no cambian directamente las teorías o estructuras conceptuales, y por tanto éstas no reflejan la realidad sino que –como los mapas– la representan de un modo útil, la reestructuración sólo puede explicarse por la confrontación de las teorías con la realidad, del sujeto con el objeto. Como dice el propio CLAXTON (1984, págs. 33 y 34 de la trad. cast.) «*lo que hago depende de lo que mi teoría me dice sobre el mundo, no de cómo es el mundo en realidad... Sin embargo, lo que sucede después depende de cómo es el mundo en realidad, no de cómo creo que es*». La toma de conciencia de los desequilibrios entre los «mapas» y los «territorios» es otro de los rasgos que definen a las teorías organicistas del aprendizaje. Y esa toma de conciencia es, como recogen varias de las teorías analizadas, progresiva o gradual. Como muy bien mostraba la investigación de KARMILOFF-SMITH e INHELDER (1975), hay un proceso acumulativo, por el que la repetición de los desequilibrios conduce a su clasificación o regularización, que sólo más adelante puede traducirse en una integración o verdadera reestructuración. Parece que, una vez más, el cambio cualitativo procede de un incremento cuantitativo previo. Sin la asociación repetida de ciertas condiciones, no habría reestructuración.

De acuerdo con el interaccionismo antes enunciado, el proceso de adaptación activa, recogido tanto en la noción piagetiana de equilibración como en la mediación vygotskiana, hace que la reestructuración sea un producto no sólo de la estructura cognitiva del sujeto, sino también de la estructura de lo real. Por ello, la estructuración de situaciones óptimas para el aprendizaje es una condición necesaria para la reestructuración. Como sostenía VYGOTSKII (1934), y avalan numerosos estudios recientes sobre la formación de categorías naturales (véase Cap. V), sólo mediante la instrucción es posible la construcción de verdaderos conceptos dentro de una «pirámide de conceptos». Sólo mediante la instrucción se tiene conciencia de los límites del «mapa» y de la complejidad del «territorio», lo que permite, aunque no asegura, una mayor complejidad y organización interna del «mapa».

Aunque la instrucción no debe nunca confundirse con la escolarización –ya que se inicia, de un modo informal, mucho antes de la edad escolar y persiste de muy diversas formas durante toda la vida social– en nuestra sociedad son las instituciones educativas las responsables más directas de la instrucción. Por ello, concluiremos el libro con un análisis de las relaciones entre instrucción y aprendi-

zaje en el contexto educativo. Más concretamente, se tratará de esbozar un modelo integrador de las teorías del aprendizaje analizadas en este libro –tanto de la asociación como de la reestructuración– al tiempo que se analizan algunos modelos de cambio conceptual en la instrucción.

CAPITULO VIII

Hacia una integración de asociación y reestructuración en la instrucción

«¿Me podrías indicar, por favor, hacia dónde tengo que ir desde aquí?», preguntó Alicia.

«Eso depende de dónde quieras llegar», contestó el Gato.

«A mí no me importa demasiado a dónde...», empezó a explicar Alicia.

«En ese caso da igual hacia dónde vayas», interrumpió el Gato.

«...siempre que *llegue* a alguna parte», terminó Alicia a modo de explicación.

«¡Oh! Siempre llegarás a alguna parte», dijo el Gato, «si caminas lo bastante».

Lewis Carroll. *Alicia en el país de las maravillas*

Recuerdo también las clases de Filosofía, en las que el profesor nos explicaba, con una media sonrisa compasiva, la doctrina del pobre Kant, por ejemplo, que se había equivocado tan lastimosamente en sus razonamientos metafísicos. Nosotros tomábamos notas apresuradas. En la clase siguiente, el profesor llamaba a uno de los alumnos y le decía «¡Mantecón! ¡Refúteme a Kant!» Si Mantecón llevaba la lección bien aprendida, la refutación duraba menos de dos minutos.

Luis Buñuel. *Mi último suspiro*

Cambios cuantitativos y cualitativos en el aprendizaje

Una de las diferencias esenciales entre las dos concepciones del aprendizaje que hemos analizado, el asociacionismo y el organicismo, reside en la naturaleza de los cambios que estudian. Las teorías asociacionistas, en sus diversas variantes, se ocupan de cambios continuos, medibles, y por tanto cuantificables, que tienen lugar como consecuencia de la práctica acumulada bajo ciertas condiciones. Por el contrario, las teorías organicistas o de la reestructuración, al huir de un

enfoque atomista, se ocupan de los cambios producidos en la organización de las estructucturas cognitivas como consecuencia de la interacción entre esas estructuras y los objetos a los que se aplican. Por ello, la integración entre ambas formas de entender el aprendizaje pasa necesariamente por la reconciliación entre los cambios cuantitativos y cualitativos.

Hasta ahora ha habido intentos de reducir un tipo de cambio a otro. Esos intentos, que se han producido en una y otra dirección, no han conducido a ninguna solución que permita recoger las aportaciones de las dos tradiciones o «culturas» del aprendizaje reseñadas. Más bien se ha pretendido demostrar la inutilidad del enfoque alternativo y la suficiencia explicativa del propio. Los enfoques computacionales han intentado reducir el aprendizaje por reestructuración a mecanismos asociativos de diferenciación y generalización (véase Capítulo VI). Por su parte, algunos autores organicistas, como por ejemplo PIAGET o la *Gestalt,* han tratado de reducir la asociación a los procesos de reestructuración (Capítulo VII).

La insuficiencia de estos intentos reduccionistas de uno y otro signo ha impulsado algunos esfuerzos por relacionar o conectar, en lugar de reducir, ambos tipos de cambio. Tal vez una de las áreas en las que más claramente puede observarse la convivencia y el necesario entendimiento final entre las dos tradiciones mencionadas sean los estudios sobre las diferencias entre expertos y novatos en dominios de conocimiento específicos. Aunque la mayor parte de estos trabajos ha tenido una orientación más descriptiva –*en qué* difieren– que explicativa –*por qué* difieren–, los resultados obtenidos son ilustrativos de esos esfuerzos integradores y de las dificultades contra las que se enfrentan.

Las diferencias en el conocimiento entre expertos y novatos

En estos últimos años ha aparecido una considerable literatura sobre las diferencias entre sujetos expertos y novatos en la forma de resolver problemas y ejecutar tareas específicas. En la compleja sociedad actual estamos siempre en manos de *expertos*, personas peritas en un área o un conjunto de tareas especializadas. Desde el piloto de avión al abogado laboralista, pasando por el mecánico de coches, el oftalmólogo o el psicólogo clínico, muchas de las tareas y profesiones que se ejercen en nuestra sociedad requieren una larga y costosa formación especializada, miles de horas de práctica distribuidas a lo largo de unos cuantos años (NORMAN, 1982). ¿Qué diferencias hay entre esa persona experta y todos los que somos novatos en esa materia? ¿En qué consiste ser experto? ¿Cuáles son los procesos psicológicos responsables de la transición de novato a experto?

El descubrimiento de la importancia de esta área de estudio para la psicología se ha debido no sólo a las necesidades *teóricas* de la psicología cognitiva imperante, a partir de la «recuperación» del aprendizaje por el procesamiento de información (véanse Capítulos III y VI), sino muy especialmente a las necesidades *tecnológicas* derivadas del diseño de sistemas informáticos expertos en la solución de problemas específicos (véase CUENA, 1986; HART, 1986). Según la definición de WELBANK recogida por HART (1986, pág. 19) «*un sistema experto es un*

programa que tiene una amplia base de conocimientos en un dominio restringido y usa un razonamiento inferencial complejo para ejecutar tareas que haría una persona experta». Para alcanzar las obvias ventajas que traen consigo los sistemas expertos es preciso que emulen ciertos rasgos del conocimiento experto. Ello ha impulsado sin duda el interés por conocer más sobre la naturaleza psicológica de la pericia (*expertise*). Pero últimamente ha impulsado también el estudio de los procesos mediante los que evolucionan los conocimientos del experto. Dado lo complejo que resulta construir un sistema experto, es muy rentable conocer cómo podría aprender, ya que eso posibilitaría el diseño de sistemas expertos más flexibles, capaces de adaptarse a nuevas situaciones.

El estudio psicológico sobre las diferencias entre sujetos expertos y novatos se ha multiplicado en los últimos años (ver CHI, GLASER y FARR, 1988). Desde los trabajos pioneros sobre la memoria de posiciones de ajedrez (CHASE y SIMON, 1973; DE GROOT, 1966) se ha pasado a estudiar diversas áreas «semánticamente ricas» (BHASKAR y SIMON, 1977), que abarcan hoy un espectro muy amplio, incluyendo tareas de medicina (GROEN y PATEL, 1988; KUIPERS y KASSIRER, 1984; LESGOLD, 1984), matemáticas (GREENO, 1978; STASZEWSI, 1988) arquitectura (AKIN, 1980), ciencias sociales (POZO y CARRETERO, 1989; VOSS y cols., 1984; VOSS, TYLER y YENGO, 1983), política (CARBONELL, 1978), psicología (HOLLAND y cols., 1986; MURPHY y WRIGHT, 1984), lectura y aprendizaje de textos (CHIESI, SPILICH y VOSS, 1979; MEYER, 1984; VOSS, 1984), programación de ordenadores (ADELSON, 1984; ANDERSON, FARRELL y SAUERS, 1984; ANDERSON,PIROLLI y FARRELL, 1988) e incluso *baseball* (ARKES y FREEDMAN, 1984). Pero el mayor número de trabajos se centra en la solución de problemas de cinemática y mecánica newtoniana (por ej., CHI, FELTOVICH y GLASER, 1981; LARKIN, 1985; LARKIN, MCDERMONT, SIMON y SIMON, 1980; POZO, 1987a; SIMON y SIMON, 1978). Dado que la diferencia entre expertos y novatos consiste básicamente en sus distintas «bases de conocimiento específicas» y que éstas dependen del área temática de que se trate, resulta muy difícil la comparación entre esas diversas áreas. No obstante, intentaremos buscar lo que de común hay entre todos los trabajos antes reseñados, aunque utilizaremos como hilo conductor de la exposición los trabajos sobre mecánica newtoniana, ya que, al ser los más numerosos, son los que ofrecen un cuadro más completo de la convergencia entre diferencias cuantitativas y cualitativas entre expertos y novatos.

Más allá de su especificidad temática, todos los estudios comparativos entre expertos y novatos parten de unos presupuèstos comunes, unas veces explícitos y otras implícitos, que, a nuestro modo de ver, son los siguientes:

a) La diferencia experto/novato es básicamente una diferencia de conocimientos y no de procesos cognitivos básicos o capacidades generales de procesamiento.

b) Esa diferencia de conocimientos es tanto cuantitativa como cualitativa; esto es, los expertos no sólo saben más que los novatos, sino que sobre todo tienen organizados sus conocimientos de una forma distinta.

c) La pericia es un efecto de la práctica acumulada, esto es, un efecto del aprendizaje, desdeñándose, por tanto, los factores innatos y las posibles diferencias individuales.

d) La pericia está circunscrita a áreas específicas de conocimiento, de forma que se es experto o no con respecto a algo. Un mismo sujeto puede tener grados diversos de pericia para problemas conexos de una misma área.

En cuanto a la metodología empleada en estos trabajos, existen también numerosas variantes. No obstante, suelen basarse en la solución de un problema por un grupo de expertos y otro de novatos. Los problemas planteados pueden ser de naturaleza más cualitativa –toma de decisiones en espacios de problema más o menos restringidos, organización jerárquica de los conceptos relevantes para la solución de un problema, etc.– o simplemente cuantitativa –solución de ecuaciones o cálculos matemáticos. Asimismo, la información se recoge mediante técnicas diversas (*thinking-aloud*, categorización de problemas, recuerdo libre, etc.).

En el caso de la investigación sobre expertos y novatos en mecánica newtoniana, se hallan claramente diferenciados dos enfoques distintos que vendrían a ocuparse respectivamente de las diferencias cuantitativas y cualitativas. Ambos tipos de diferencias pueden conectarse con algunas de las teorías del aprendizaje revisadas en capítulos anteriores.

Diferencias cuantitativas entre expertos y novatos

Las primeras investigaciones en esta área fueron realizadas por el grupo de Carnegie-Mellon, encabezado por Herbert SIMON, uno de los padres de la psicología cognitiva del procesamiento de información. El método empleado es muy parecido en todas ellas. Se presentan a un grupo de sujetos expertos y otro de novatos (cuyo número oscila entre uno y once sujetos) una serie de problemas de cinemática, consistente cada uno de ellos en la resolución de varias ecuaciones sobre movimientos rectilíneos. Suelen ser problemas fáciles, que pueden resolverse en uno o dos minutos. A los sujetos se les pide que «piensen en voz alta» mientras resuelven el problema. Finalmente, con los datos recogidos se realiza un sistema de producción (véase Capítulo VI, págs. 124-126) para cada sujeto, que posteriormente se traduce a un programa de ordenador, que simula ambas ejecuciones.

En la resolución de esas ecuaciones por expertos y novatos surgen diferencias de naturaleza cuantitativa. Así, los novatos cometen más errores y tardan, por término medio, cuatro veces más que los expertos en resolver el problema (LARKIN y cols., 1980; SIMON y SIMON, 1978). Pero obviamente estas dos diferencias son consecuencia de las distintas estrategias usadas por uno y otro tipo de sujetos. Esas diferencias pueden resumirse así:

1) Los expertos, antes de empezar a aplicar ecuaciones, se detienen en una fase de representación, en la que realizan un análisis cualitativo, basado en una intuición física (LARKIN, 1979). En cambio, el novato inicia inmediatamente las ecuaciones.

2) Ambos grupos difieren en la estrategia seguida para la solución del problema. Los novatos hacen un análisis *hacia atrás*, esto es, parten de la meta final (solución desconocida del problema) y luego buscan los datos disponibles que pueden ser útiles para alcanzarla. Por el contrario, los expertos trabajan *hacia adelante*, utilizando los datos conocidos para buscar la solución desconocida. Esta diferencia desaparece significativamente cuando los problemas se complican, ya que entonces también los expertos trabajan «hacia atrás» (LARKIN y cois., 1980). Esta estrategia consiste en un análisis medios-fines (LARKIN, 1983) similar al que usan los sujetos en la solución de problemas carentes de carga semántica, como la torre de Hanoi, en los que no pueden aplicar conocimientos específicos previos.

3) Al aplicar las ecuaciones, el novato las hace de una en una, mientras el experto las realiza agrupadas, es decir calcula varias ecuaciones juntas, después hace una pausa y a continuación realiza otro grupo de ecuaciones (LARKIN, 1980). Se considera que estos grupos de ecuaciones corresponden a *chunks* de conocimientos, análogos a los empleados por los jugadores expertos de ajedrez en el recuerdo de las posiciones (CHASE y SIMON, 1973), y revelarían la existencia de «racimos de conocimiento» organizados en la mente del experto, frente al conocimiento más deslabazado o aislado del novato.

4) Por último, los novatos realizan muchos más metaenunciados con respecto al propio proceso de solución (SIMON y SIMON, 1978). Esto es, dedican más tiempo a pensar sobre la estrategia que deben seguir y a analizar y planificar los pasos siguientes. Por contra los expertos apenas «piensan en voz alta» sobre las operaciones que deben hacer para solucionar las ecuaciones. Se diría que los expertos no necesitan tomar decisiones sobre la forma en que debe resolverse el problema, mientras que los novatos deben dedicar una buena parte de su tiempo precisamente a hallar la vía de solución adecuada.

Todas las diferencias anteriores, en especial las tres últimas, han sido interpretadas como una muestra de que la conversión de una persona en un experto consiste básicamente en un proceso de *automatización* de sus conocimientos, de tal forma que no necesita ir tomando decisiones a medida que resuelve el problema, por lo que parte directamente de los datos, sin hacer, como el novato, acercamientos progresivos a la meta final. Obviamente la solución del experto re-

sulta así no sólo eficaz, sino sobre todo más eficiente (HART, 1986). Consume menos tiempo, se equivoca menos y realiza «racimos de ecuaciones» que ha automatizado en una misma secuencia. Todas estas ventajas se deberían a un proceso de automatización, como el postulado por ANDERSON (1983) dentro de su teoría ACT (ver Capítulo VI, págs. 125 y ss.). El experto se caracterizaría por haber *compilado* o agrupado su conocimiento en secuencias de acción automáticas que no precisan de esfuerzo atencional para su ejecución. Ello no sólo hace más rápida y eficiente la ejecución, sino que además libera espacio de procesamiento para dedicarlo a los rasgos novedosos de la situación o a controlar el propio procesamiento (FLAVELL, 1985). El proceso de conversión en experto –y por tanto la naturaleza psicológica de la propia pericia– sería así similar a lo que sucede cuando una persona está aprendiendo a conducir, tal como narrábamos en la exposición de la teoría de ANDERSON (1983). Acciones que inicialmente, en el novato, se ejecutan de una en una y con un costo atencional pasan, como consecuencia de la práctica repetida acompañada generalmente de un *feedback*, a ejecutarse en el experto en una misma secuencia automática, compilada y proceduralizada.

Pero estas diferencias, existentes sin duda entre los expertos y los novatos en la vida contidiana –piénsese en el llamado «ojo clínico» o diagnóstico casi automático de enfermedades por parte de los médicos expertos frente al más concienzudo pero titubeante diagnóstico de un médico novato–, parecen depender también de la naturaleza del problema presentado. Aunque es cierto que los expertos resuelven por procesos automáticos problemas familiares para ellos –que en cambio requieren procesos controlados en los novatos–, esta diferencia puede diluirse si enfrentamos a los expertos a problemas nuevos. De hecho, podemos preguntarnos si en la solución de ecuaciones de mecánica –como en el diagnóstico de enfermedades cotidianas– los expertos están resolviendo realmente un problema o simplemente realizando un «ejercicio» (GOOD, 1984). La simple aplicación de estrategias automatizadas o compiladas no se ajusta a lo que normalmente se entiende por solucionar un problema.

En efecto, cuando se plantean tareas de mecánica más complejas que las utilizadas por el grupo de Carnegie-Mellon, muchas de sus diferencias parecen diluirse. Así, CHI, GLASER y REES (1982) replicaron esos trabajos pero con problemas aparentemente más difíciles. Sus resultados son diametralmente opuestos: no existía ninguna diferencia en el tiempo de solución (si acaso los novatos tardaban menos), ni tampoco había diferencias en las pausas entre ecuaciones. En cuanto al análisis cualitativo previo que según LARKIN (1979) es característico de los expertos, también se producía en los novatos. La única diferencia importante entre expertos y novatos consistía en el mayor número de errores que estos cometían, como consecuencia tanto de errores de cálculo como, especialmente, de la aplicación al problema de conocimientos inadecuados o insuficientes.

Por tanto, al complicar la tarea, desaparecen los efectos de la automatización del conocimiento experto, pero empiezan a aparecer diferencias cualitativas más profundas en la forma en que expertos y novatos organizan su conocimiento. El tipo de problemas y el método utilizado en las investigaciones reseñadas hasta

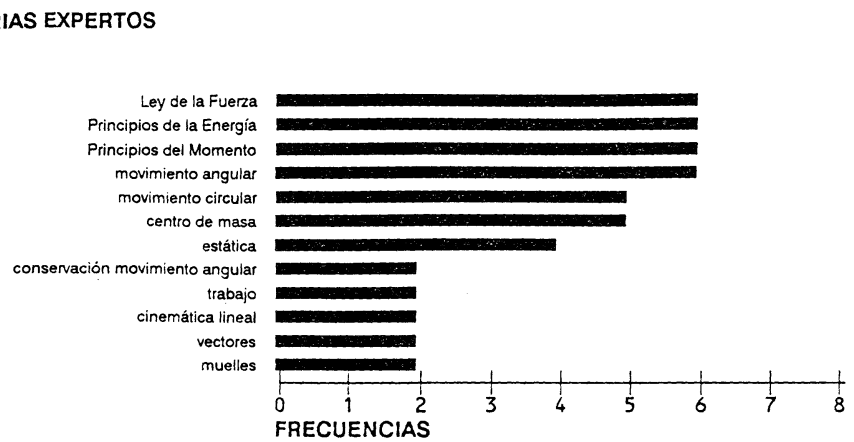
ahora no permite profundizar en el análisis de esas diferencias de conocimientos entre expertos y novatos. Según CHI, GLASER y REES (1982), el análisis de las verbalizaciones de los sujetos durante la solución de un problema no basta para desentrañar la estructura de sus conocimientos. Además, los problemas cuantitativos pueden resolverse en muchos casos sin aplicar análisis conceptuales exhaustivos. Por ello es necesario recurrir a una nueva metodología para identificar las diferencias cualitativas entre el conocimiento novato y experto en un área concreta.

Diferencias cualitativas entre expertos y novatos

En el mismo trabajo en el que replican los estudios del grupo de Carnegie-Mellon, CHI, GLASER y REES (1982; también CHI, FELTOVICH y GLASER, 1981) presentan una extensa investigación en la que analizan la diferente estructura cualitativa de los conocimientos de expertos y novatos en la misma área de mecánica, utilizando técnicas diversas de recogida de datos, tales como categorización y clasificación jerárquica de problemas, resúmenes de textos e identificación de los rasgos relevantes del problema. En cada tarea comparan a un grupo de expertos y otro de novatos (que varían de 2 a 8 sujetos), a los que en algunos casos incorporan un tercer grupo de sujetos «intermedios». Cada tarea consiste en realizar una determinada actividad cualitativa, como las anteriormente señaladas, con un número variable de problemas generalmente extraídos de un manual introductorio de Física. El análisis de los datos no se basa en protocolos verbales, sino en una disección cualitativa de las respuestas de los sujetos a partir del marco conceptual proporcionado por la mecánica newtoniana.

Una de las tareas que CHI y colaboradores planteaban a sus sujetos consistía en clasificar una serie de problemas sobre mecánica. Los expertos y novatos diferían en los criterios o atributos en que basaban su clasificación. Los expertos categorizaban los problemas según su estructura conceptual profunda, determinada por las leyes y conceptos físicos relevantes para su solución, mientras que los novatos guiaban sus clasificaciones por la estructura superficial, basada en objetos reales y términos explícitos en el enunciado de los problemas. La Figura 8.1. indica la frecuencia con la que los sujetos expertos y novatos de CHI, GLASER y REES (1982) usaban determinadas «etiquetas de categoría». Puede observarse que el solapamiento en las etiquetas usadas por uno y otro grupo es escaso. Los conceptos activados por expertos y novatos –los esquemas desde los que *asimilan* la realidad– son en general diferentes.

Estas diferencias quedaron aún más patentes en otro de los estudios de CHI, GLASER y REES (1982). Los autores diseñaron una serie de veinte problemas, algunos de los cuales tenían una considerable semejanza superficial, ya que implicaban los mismos materiales reales –por ej., poleas o rampas– pero diferían en los conceptos implicados en su solución. En cambio otros problemas, utilizando distintos materiales, compartían principios explicativos comunes. Como cabía esperar, los novatos tendieron a clasificar juntos los problemas superficialmente similares pero estructuralmente distintos, mientras que los expertos hacían justo lo con-



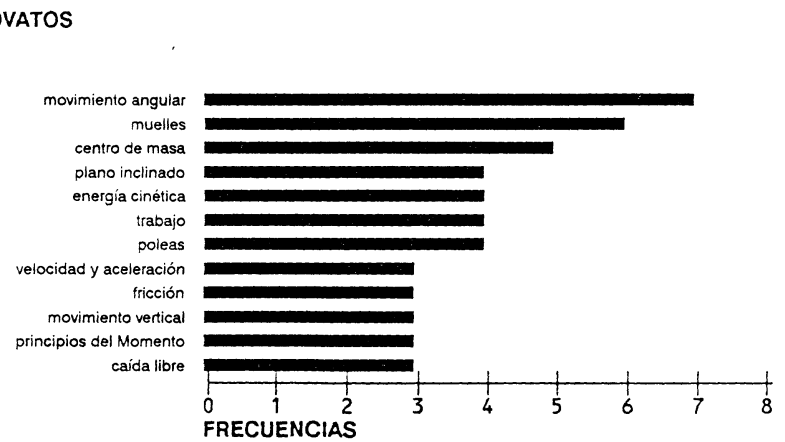


FIGURA 8.1. Frecuencia con la que usaban distintas etiquetas de categoría ocho sujetos expertos (gráfica superior) y ocho novatos (gráfica inferior) en la investigación de Chi, Rees y Glaser (1982, pág. 56).

trario. DE KLEER (1977) establece una distinción semejante entre sistemas expertos y novatos: mientras que los expertos se guían por abstracciones conceptuales, las representaciones de los novatos consisten en objetos reales organizados según parámetros de tiempo real. Esta tendencia de los novatos a comprender los problemas a partir de sus rasgos superficiales puede llevarles a cometer serios

errores conceptuales. La Figura 8.2 representa los aparatos usados en dos problemas de mecánica superficialmente similares (POZO, 1987a). En ambos problemas hay planos inclinados y bolas que caen por ellos. En apariencia, son problemas similares. Sin embargo, desde un punto de vista conceptual, se trata de problemas muy diferentes. En el primer caso (Figura 8.2a) están implicados conceptos tales como «energía potencial» o «conservación de la energía», etc. El segundo caso (Figura 8.2.b) implica solo la caída en movimiento parabólico de la bola, como consecuencia de la independencia de los movimientos horizontal y vertical y se basa en conceptos como «inercia», «velocidad», etc. Las diferencias conceptuales entre una y otra tarea se reflejan en la distinta influencia de algunas variables. La más relevante para la distinción experto/novato es la masa de las bolas. En el primer problema, la masa de la bola negra influye en la altura que alcanza la bola blanca como consecuencia del choque. En la segunda tarea, la masa de la bola es irrelevante. Sin embargo, los sujetos novatos no suelen darse cuenta de estas diferencias y tienden a interpretar las dos tareas en función de los mismos conceptos –preferentemente fuerza y/o velocidad– por lo que cometen abundantes errores y son al final incapaces de explicar lo sucedido (POZO, 1987a).

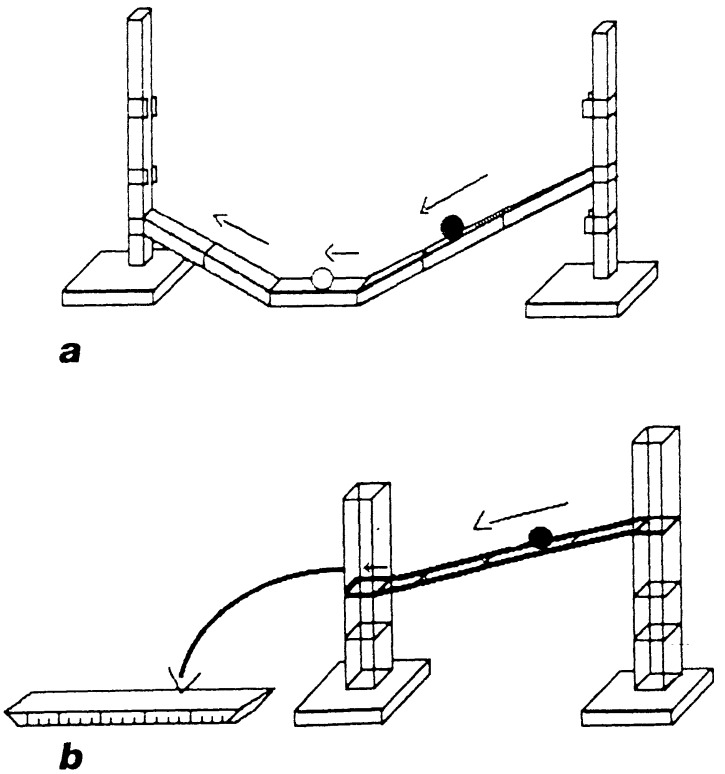


FIGURA 8.2. Tareas planteadas en la investigación de Pozo (1987a).

Esta misma investigación sirve para ilustrar otra de las diferencias más relevantes observadas por CHI y colaboradores entre los expertos y los novatos. Ambos difieren en sus conocimientos declarativos básicos, esto es, en el contenido de los esquemas o conceptos que activan. Aun cuando utilicen las mismas etiquetas verbales, lo que, según vimos anteriormente no es muy frecuente, el significado de las mismas varía. Si se descomponen las leyes de NEWTON en sus elementos conceptuales básicos, los esquemas o modelos mentales expertos contienen más conceptos físicos básicos que los novatos. Esto desde luego no es sorprendente, ya que está implícito en la definición circular de lo que es un experto. Lo más llamativo es la escasa comprensión que los novatos tienen de los conceptos físicos básicos. Volviendo a la Figura 8.2., los sujetos novatos cometían en esa tarea numerosos errrores conceptuales (POZO, 1987a). A pesar de haber sido instruidos en física durante varios años, no llegaban, por ejemplo, a comprender conceptos como la Inercia o el movimiento parabólico en la caída libre de la bola de la Figura 8.2b. Estos errores conceptuales se deberían a la existencia en los novatos de fuertes «concepciones espontáneas» o «teorías implícitas» sobre el movimiento de los objetos (DRIVER y ERICKSON, 1983; POZO, 1987c), que han dado lugar a una gran cantidad de literatura, un verdadero género literario dedicado a comprensión intuitiva de la ciencia por parte de las personas novatas (por ej., ARCHENHOLD y cols., 1980; DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN, 1985; HELM y NOVAK, 1983; WEST y PINES, 1985). Según estos estudios, el paso de novato a experto no implicaría únicamente un cambio en el contenido declarativo de los esquemas o conceptos, sino que requeriría un verdadero *cambio conceptual*, una auténtica revolución conceptual similar a las ocurridas en el progreso del conocimiento científico a lo largo de la Historia.

Aunque más adelante, en este mismo capítulo, nos ocuparemos del cambio conceptual y de sus requisitos, una de las consecuencias de entender así el paso de novato a experto es que debe implicar cambios estructurales y no sólo de contenidos. La propia investigación de CHI, GLASER y REES (1982) avala la existencia de diferencias estructurales entre el conocimiento experto y novato. Además de diferir en su contenido, los esquemas o conceptos activados por unos y otros difieren también en su organización. Así, tras una primera clasificación de un conjunto de 40 problemas se pidió a ambos grupos de sujetos que hicieran nuevas categorizaciones. Se encontraron notables e imprevistas diferencias individuales en ambos grupos que, por lo demás, no son exclusivas de esta investigación. No obstante, se observaron ciertos rasgos característicos de las organizaciones conceptuales respectivas de novatos y expertos. La Figura 8.3. representa las clasificaciones jerárquicas establecidas por dos novatos y dos expertos.

En primer lugar, puede observarse que los novatos tienen un mayor número de categorías *básicas,* recuperando la terminología de ROSCH (1978; véase Cap. V de este libro). Además, muchas de esas categorías incluyen un solo problema por lo que no son susceptibles de nuevas discriminaciones. Por último, y esto no se refleja en la Figura 8.3., el contenido de las categorías de los novatos vuelve a estar basado en rasgos superficiales u objetos reales de la situación. Estas clasificaciones novatas contrastan con las que hacen los expertos: hay menos catego-

rías básicas pero más discriminaciones e integraciones; cada categoría es más comprehensiva y está más relacionada con otras categorías. De hecho, las clasificaciones jerárquicas de los expertos en la Figura 8.3. se corresponden con las características que según FLAVELL (1985, pág. 89) tienen las estructuras conceptuales de los expertos: «*en la red conceptual almacenada por el experto hay múltiples rutas de cada uno de los conceptos a los demás; podemos decir que cada concepto tiene en el diccionario mental del experto múltiples referencias cruzadas. Esta mayor densidad de conexiones entre conceptos en la red conceptual del experto significa a su vez que la probabilidad de que cualquier concepto dado evoque otros conceptos relacionados es mayor*». Esta mayor interconexión en los conceptos del experto se refleja también en sus explicaciones causales (POZO, 1987a; POZO, ASENSIO y CARRETERO, 1986; POZO y CARRETERO, 1989): los novatos tienden a dar explicaciones basadas en una sola causa o en varias yuxtapuestas, mientras que los expertos integran diversas causas en un sistema común, analizando las interacciones entre ellas.

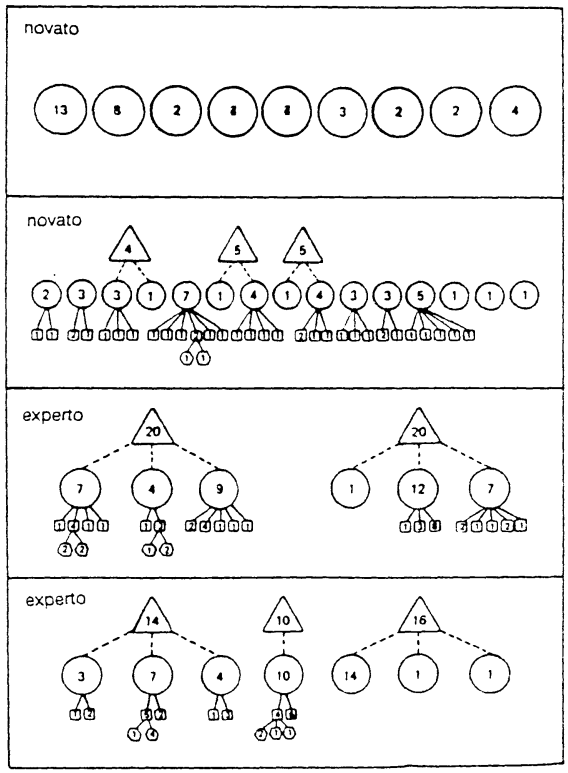


FIGURA 8.3. Representación gráfica de la clasificación realizada por dos novatos y dos expertos ante los 40 problemas presentados por Chi, Glaser y Rees (1982). Los círculos representan las categorías inicialmente establecidas por los sujetos. Cuando después se les pedía que estableciesen nuevas categorías a partir de ésas, los sujetos discriminaban categorías subordinadas a las anteriores (cuadrados y hexágonos) pero también formaban categorías supraordinadas (triángulos). En todos los casos la cifra que hay denro de la figura geométrica indica el número de problemas –sobre el total de 40– que el sujeto incluía en esa categoría.

Por tanto, los novatos y los expertos difieren no sólo en sus conocimientos específicos en un área sino también en la forma en que organizan esos conocimientos. De hecho, ambos aspectos están íntimamente relacionados. La estructura de una teoría o modelo explicativo está muy relacionada con su contenido, de tal forma que puede afirmarse que el progreso en el conocimiento se debe tanto a un incremento cuantitativo del saber cuanto a una reorganización cualitativa de las ideas que componen la teoría. De hecho, el contenido y la estructura de las teorías mantenidas por expertos y novatos en tareas de mecánica correlacionan positivamente de modo significativo (POZO, 1987a). La relación entre el progreso estructural y el avance de los conocimientos específicos se refleja en otro de los estudios realizados por CHI, FELTOVICH y GLASER (1981). Cuando analizaron la representación jerárquica que tenían sus sujetos novatos y expertos de un problema de «plano inclinado» se encontraron con diferencias muy informativas. La Figura 8.4. recoge la representación del problema por un novato y un experto respectivamente. Aunque muchos conceptos coinciden en ambas representaciones, su lugar dentro de la estructura es diferente. En la parte superior de la jerarquía del novato hay, una vez más objetos reales o categorías superficiales, a las cuales se hallan subordinados algunos principios físicos, pero no todos los relevantes. En cambio, la representación del experto está presidida por leyes y principios físicos, a los cuales aparecen subordinados los conceptos que en el novato son supraordinados. Según los autores, los expertos poseen conceptos de nivel superior que los novatos, que integran los objetos del mundo real que constituyen las categorías básicas del novato. La principal carencia conceptual de los novatos reside precisamente en el poco uso que hacen de los principios generales de la mecánica para resolver los problemas. Ya en la Figura 8.3. pudo observarse la mayor tendencia de los expertos a clasificar los problemas de mecánica combinándolos en unas pocas categorías supraordinadas.

Además de esta organización jerárquica, por la que los conocimientos de los novatos quedan subsumidos y, por tanto, modificados, en esquemas de nivel superior, los esquemas de los expertos tienen también mayor contenido procedural, ya que son en sí mismos procedimientos idóneos para la solución efectiva de problemas, cosa que no sucede en el caso de los novatos. En otros términos, los modelos conceptuales expertos pueden concebirse como sistemas de producción compuestos por unidades condición-acción. En cambio, los modelos novatos carecen de información sobre cuándo debe activarse el esquema (LARKIN, 1979). La Figura 8.4. ilustra también esta diferencia: la representación del experto especifica las condiciones de aplicación de las leyes y principios generales, mientras que la del novato no contiene esas especificaciones.

Una última diferencia digna de mención entre los expertos y los novatos reside en el procesamiento selectivo que realizan ante problemas mecánicos. Cuando se les pide que seleccionen los rasgos más importantes para la solución de un problema, los novatos, una vez más, se refieren a objetos reales o a términos mencionados en el problema. Muy raramente mencionan por sí mismos rasgos de segundo orden, esto es, no perceptibles directamente. En cambio, los rasgos destacados por los expertos pueden caracterizarse como «*descripciones de los*

estados y condiciones de la situación física descrita por el problema» (CHI FELTOVICH y GLASER,., 1981, pág. 142). En otras palabras, enfrentados al mismo problema un experto y un novato no *ven* el mismo problema, ya que sus esquemas de asimilación son diferentes, una prueba más de la naturaleza constructiva del conocimiento.

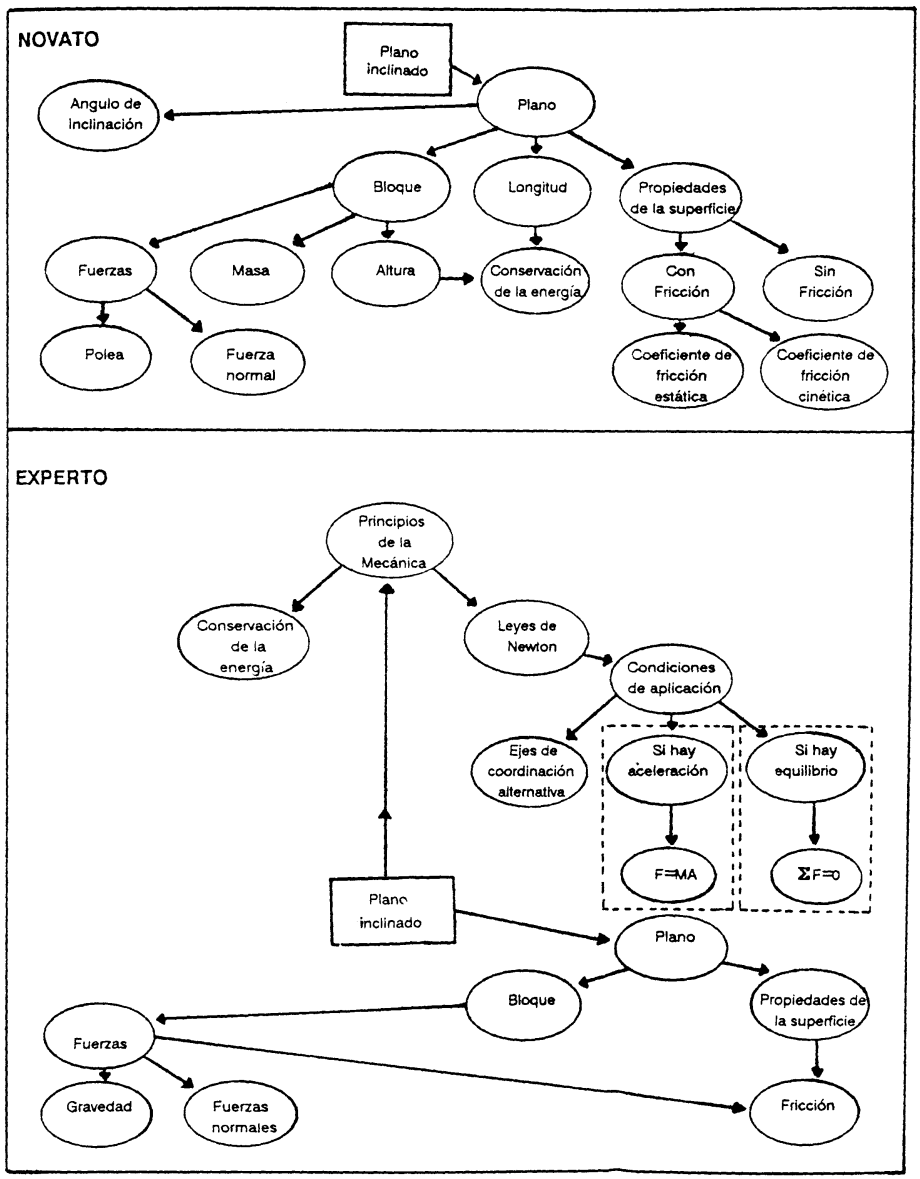


FIGURA 8.4. Representación jerárquica del esquema de plano inclinado por un novato (arriba) y un experto (abajo). Tomado de Chi, Glaser y Rees (1982, págs. 57-58).

En definitiva, el paso de novato a experto implica no sólo cambios cuantitativos en la cantidad de conocimientos como consecuencia de la práctica sino también una verdadera reorganización de esos conocimientos. Cuando una persona se convierte en un experto, no sólo automatiza ciertas destrezas sino que además reestructura sus conocimientos. Pero ¿cómo se produce esa transición? ¿Cuáles son las condiciones que favorecen la reestructuración de conocimientos que llamamos pericia? ¿Qué conexión genética hay entre automatizar y reestructurar? Desgraciadamente, no hay todavía respuestas firmes a algunas de estas preguntas. Hasta la fecha, los estudios comparativos entre novatos y expertos han tendido a ser demasido estáticos, descriptivos, tal vez por las dificultades metodológicas que implica estudiar la transición de novato a experto. No obstante, la comparación expertos/novatos está siendo propuesta por algunos autores como un modelo adecuado para analizar el desarrollo cognitivo (por ej., CHI y REES, 1983; FLAVELL, 1985). Hay incluso quien afirma que los niños no son sino «novatos universales» (BROWN y DELOACHE, 1978) y que lo que otros autores consideran diferentes estadios de desarrollo, correspondientes a estructuras intelectuales distintas, no son sino niveles diferentes de pericia en dominios específicos, debidos a que los niños tienen menos conocimientos y peor organizados (CAREY, 1985). Esta posibilidad incrementa el interés por analizar los procesos de reestructuración en la conversión de una persona novata en un experto.

Reestructuración débil y fuerte

Recientemente, Susan CAREY (1985) ha establecido una distinción entre dos tipos de reestructuración, según ésta implique o no un verdadero cambio conceptual. En su primer sentido, la *reestructuración* débil, representada por los estudios realizados sobre las diferencias entre expertos y novatos, se referiría a los cambios producidos en la organización conceptual como consecuencia de esa transición, que dan lugar ocasionalmente a la aparición de nuevos conceptos integradores que no estaban presentes en las representaciones de los novatos. La reestructuración que se produce en el paso de novato a experto consiste en procesos de diferenciación y generalización conceptual que pueden producir conceptos nuevos. Sin embargo, el novato y el experto comparten algunos conceptos comunes, aunque su organización no sea la misma. Dado que se produciría por procesos de generalización y discriminación, en principio la reestructuración débil sería compatible con el enfoque asociacionista, en especial con los desarrollos computacionales del mismo. Las reestructuraciones débiles suponen el establecimiento de nuevas relaciones conceptuales unidas a la producción de conceptos nuevos, pero conservando un núcleo de conceptos comunes entre la teoría o jerarquía inicial y la nueva teoría desarrollada. Por ello, no puede hablarse, según CAREY (1985), de cambio conceptual en la reestructuración débil.

Un segundo tipo de reestructuración, que sí implica un genuino cambio conceptual, se ha estudiado en la epistemología y la historia de la ciencia. Según la visión más radical de la *reestructuración fuerte,* la nueva teoría surgida del cam-

bio conceptual no comparte con la vieja teoría un mismo sistema conceptual, sino que, al cambiar la teoría se modifica el significado de todos los conceptos incluidos en ella. Según esta versión, el significado de un concepto está determinado por sus relaciones con otros conceptos en la teoría, con su red de relaciones dentro de la pirámide de conceptos. Al cambiar esas relaciones, se modifica el significado de todos los conceptos, aunque superficialmente pueda parecer que la nueva y la vieja teoría comparten un núcleo conceptual común. Según CAREY (1985) el cambio conceptual o reestructuración fuerte implica modifificaciones en los siguientes aspectos:

a) El dominio de fenómenos explicados por la teoría.
b) La naturaleza de las explicaciones aceptadas por la teoría.
c) Los propios conceptos que constituyen en el centro de la teoría.

CAREY (1985) encuentra un buen ejemplo de esta reestructuración fuerte en la evolución histórica de la propia mecánica clásica. En efecto, la mecánica newtoniana supone, con respecto a otras teorías anteriores sobre el movimiento, un cambio radical en los tres aspectos mencionados (POZO, 1987c): un nuevo dominio de fenómenos explicados –por ej., el principio de gravedad permite explicar como fenómenos sujetos a las mismas leyes mecánicas no sólo la caída de los cuerpos sino también los movimientos orbitales de los astros, que hasta entonces no se consideraban sujetos a los principios de la inercia–, nuevas formas de explicación –hasta entonces el movimiento de los objetos debía explicarse mediante causas eficientes pero gracias al principio de la inercia, puede explicarse mediante causas formales; dicho de otra forma, a partir de NEWTON no es el movimiento lo que necesita ser explicado por intervención de agentes externos, sino el cambio de movimiento– y por último, nuevos conceptos pasan a constituir el centro de la teoría modificando el sentido de los conceptos periféricos –en concreto, las leyes fundamentales de la mecánica, que ocupan el centro de la teoría newtoniana, dotan de un nuevo significado a conceptos como fuerza, peso, energía, etc., que ya estaban presentes en teorías anteriores.

Otro ejemplo de reestructuración fuerte lo encontraríamos en la propia psicología del aprendizaje, si bien en este dominio no puede acreditarse aún que el nuevo programa surgido del cambio conceptual se haya impuesto como programa dominante (véase Capítulo III). Así, en el paso del mecanicismo al organicismo (véase Tabla 3.1. de la pág. 57), y tal como hemos expuesto en capítulos anteriores, hay en primer lugar un cambio en el dominio de fenómenos explicados por la teoría. Aunque algunos problemas empíricos son comunes a ambas tradiciones, como por ejemplo el estudio de la formación de las categorías naturales, el énfasis de las teorías asociacionistas está puesto en explicar el origen de conductas o esquemas simples, muchas veces arbitrarios, mientras que el enfoque organicista se ha ocupado preferentemente de fenómenos tan complejos como la adquisición o el propio descubrimiento del conocimiento científico. En segundo lugar, las explicaciones ofrecidas por ambos enfoques son de naturaleza distinta. Mientras los asociacionistas basan sus teorías en explicaciones causales mecanicistas, las

teorías de la reestructuración introducen formas de explicación intencional, basadas en la eficiencia de la conciencia, no reductibles a aquéllas (por ej., FODOR, 1968; RUSSELL, 1984). Por último, los conceptos centrales o nucleares de las teorías del aprendizaje por asociación y por reestructuración no pueden ser más dispares: de la repetición, la discriminación y la generalización a la equilibración y el *insigth* o la toma de conciencia.

La idea de que el progreso de las teorías científicas requiere ocasionalmente reestructuraciones fuertes de las mismas está presente en la mayor parte de las teorías epistemológicas actuales. Así, las revoluciones científicas de KUHN (1962) implican un cambio de paradigma tan radical que las teorías sucesivas resultan incluso inconmensurables. La posición de LAKATOS (1978) resulta a este respecto más rica que la de KUHN, ya que su teoría admite la existencia tanto de reestructuraciones fuertes como débiles. Como veíamos al comienzo de nuestro trabajo (véase Capítulo Primero), LAKATOS (1978) diferencia entre los cambios que tienen lugar en el cinturón protector de ideas auxiliares y los cambios que se producen en el núcleo de la teoría. En el primer caso, se trataría de reestructuraciones débiles, que tendrían precisamente como finalidad preservar intacto el núcleo de la teoría. Este sólo se modificaría como consecuencia de reestructuraciones fuertes o cambios conceptuales con las características señaladas por CAREY (1985). En este sentido, la teoría de LAKATOS (1978) lleva implícita también una teoría del aprendizaje de conceptos científicos (por ej., POZO, 1987a), al igual que sucede con otras teorías sobre el cambio conceptual en la ciencia, como el falsacionismo de POPPER (por ej., BERKSON y WETTERSTEN, 1984) o la teoría de los cambios paradigmáticos de KUHN, (por ej., GIBSON, 1985).

Ahora bien, los dos tipos de reestructuración identificados por CAREY (1985) ¿son dos procesos distintos o se trata de dos manifestaciones diferentes de un mismo proceso? ¿Qué tipo de reestructuración tiene lugar realmente en el paso de novato a experto? Aunque inicialmente CAREY (1985) considera que el aprendizaje de la ciencia, reflejado en la transición de novato a experto, implica sólo una reestructuración débil, un análisis más detallado del cambio ocurrido desde los conceptos espontáneos del novato a los conceptos científicos del experto muestra que posiblemente se produzcan ambos tipos de reestructuración. Aunque el progreso de novato a experto implica pequeñas reorganizaciones puntuales, en las que CAREY (1985) basaba sus juicios iniciales, también requiere ocasionalmente cambios más profundos o radicales. Así, se ha comprobado por ejemplo que el aprendizaje de la mecánica newtoniana implica una verdadera «revolución conceptual» en la mente del alumno similar a la producida en la historia de la ciencia. De hecho, las concepciones espontáneas de los alumnos en esta área tienen un extraordinario parecido con las ideas aristotélicas o medievales sobre el movimiento, opuestas radicalmente al sistema newtoniano (MORENO, 1988; PIAGET y GARCÍA, 1983; POZO, 1987c). Ejemplos similares pueden encontrarse en otras áreas, como los conceptos de calor y temperatura (WISER y CAREY, 1983), la geometría (PIAGET y GARCÍA, 1983) o la biología (CAREY, 1985). Además, como ha señalado la propia CAREY (1986), el uso de un mismo concepto por novatos y expertos no implica que éste posea el mismo significado para todos ellos. Al contrario,

parece comprobado que, de acuerdo con la distinción vygotskiana entre pseudoconceptos y conceptos científicos, los conceptos espontáneos pueden compartir habitualmente el mismo referente con los conceptos científicos pero poseer distinto significado. Por ejemplo, los sujetos pueden usar de forma espontánea el término «fuerza» en situaciones en las que también se aplicaría el concepto newtoniano de «fuerza», pero en realidad se trata de dos conceptos distintos. Es precisamente esta aparente similitud la que les hace tan persistentes al cambio.

Pero el hecho de que el aprendizaje de conceptos científicos requiera una reestructuración fuerte no invalida en nuestra opinión la utilidad de la distinción establecida por CAREY (1985). Ambos tipos de reestructuración pueden concebirse como fases sucesivas de un mismo proceso de transición de novato a experto. En otras palabras, la reestructuración débil puede considerarse como un requisito de la reestructuración fuerte. Esta idea se ve apoyada por diversos estudios empíricos que muestran la conexión entre los cambios cualitativos y la acumulación de nuevos conocimientos, como por ejemplo, los citados estudios sobre novatos y expertos (CHI, GLASER y FARR, 1988), así como por las posiciones teóricas de LAKATOS (1978) o VYGOTSKII (1934). En esencia, los procesos de discriminación y generalización conceptual, desarrollados por las teorías asociacionistas del aprendizaje, en especial por las teorías computacionales, serían un requisito para el cambio conceptual o reestructuración fuerte. Pero la interacción entre ambos tipos de aprendizaje es bidireccional. Si la asociación facilita la reestructuración, los procesos inductivos característicos del aprendizaje asociativo no son posibles sin las teorías o estructuras jerárquicas de conceptos producidas por la reestructuración. Como vimos repetidamente en el Capítulo VI, la inducción no resulta explicativa a menos que se acompañe de fuertes restricciones que reduzcan su espacio de inferencias. CAREY (1985) ha mostrado que las teorías mantenidas por los sujetos proporcionan importantes restricciones al proceso inductivo. Los procesos de ajuste conceptual sólo son posibles a partir de unos conceptos previos organizados jerárquicamente. De esta forma, los procesos de aprendizaje por asociación y por reestructuración pueden integrarse en un mismo modelo. Las páginas que siguen están dedicadas a exponer un modelo de ese tipo.

Modelos de cambio conceptual en la instrucción

En los últimos años, en el contexto de los abundantes estudios sobre la existencia en los alumnos de concepciones espontáneas erróneas con respecto a los fenómenos científicos, han comenzado a surgir diversas teorías del aprendizaje de conceptos científicos que conciben éste como un proceso de *cambio conceptual* o de transformación de esos conceptos espontáneos en conceptos científicos. Además de su vinculación a los estudios sobre concepciones espontáneas, estas teorías tienen en común el abordar el aprendizaje de conceptos desde una perspectiva instruccional. Se trata de identificar estrategias didácticas que fomentan el cambio conceptual de los alumnos. Para ello, la idea fundamental que asumen los diversos modelos de cambio conceptual (por ej., HEWSON y HEWSON,

1984; NUSSBAUM y NOVICK, 1982; OSBORNE y FREYBERG, 1985; OSBORNE y WITTROCK, 1983; POSNER y cols., 1982) es que el aprendizaje de conceptos científicos debe partir de los conceptos naturales que ya posee el alumno: la «ciencia intuitiva» (OSBORNE y FREYBERG, 1985) con la que el alumno acude al aula.

Naturaleza de los conceptos espontáneos

Los trabajos que estudian la «ciencia intuitiva» o las concepciones espontáneas (o también «preconceptos», «ideas previas» o «concepciones erróneas») de los alumnos son cada vez más numerosos, hasta el punto de existir ya varias revistas dedicadas casi exclusivamente al tema. Sin embargo, la abundancia de trabajos corre paralela a su dispersión. Dado que la mayor parte de las investigaciones tiene un carácter exclusivamente descriptivo, resulta difícil extraer algunos rasgos comunes a todos ellos. De hecho, uno de los rasgos característicos de estos trabajos posiblemente sea la ausencia de un marco teórico aglutinador. Reunidos bajo la vaga etiqueta del «constructivismo» (DRIVER, 1986; DRIVER y OLDHAM, 1986), estos estudios coinciden en encontrar en los alumnos fuertes ideas, generalmente implícitas, sobre los fenómenos científicos, que suelen ser contrarias a los conceptos científicos que se les pretenden transmitir. Estas ideas erróneas suelen ser muy persistentes al cambio, permaneciendo inalteradas incluso tras largos períodos de instrucción. Dichas ideas aparecen en múltiples dominios científicos, no sólo de las ciencias experimentales o naturales (por ej., ARCHENHOLD y cols. 1980; CAREY, 1985; DRIVER, GUESNE y TIBERGHIEN, 1985; HELM y NOVAK, 1983; OSBORNE y FREYBERG, 1985) sino también en las ciencias sociales (por ej., CARRETERO, POZO y ASENSIO, 1989; FURNHAM, 1988; POZO, 1985) o en la propia psicología (MURPHY y WRIGHT, 1984; YUSSEN, 1985). Pero, por encima de las diferencias debidas a esos dominios específicos, al igual que en el caso de las diferencias entre expertos y novatos, sin duda muy próximas a estos estudios, las concepciones espontáneas tienen ciertos rasgos comunes en cuanto a su origen, su naturaleza y organización y la forma en que se modifican.

Dejando a un lado otras características (véanse para un análisis más detallado DRIVER, 1986; FURNHAM, 1988; POZO y CARRETERO, 1987), las concepciones espontáneas tienen su *origen* en la actividad cotidiana de las personas. Surgen en la interacción espontánea con el entorno cotidiano y sirven, ante todo, para predecir «la conducta» de ese entorno. Están además determinadas en cuanto a su contenido por las limitaciones en la capacidad de procesamiento en los humanos. Otro rasgo característico de las concepciones espontáneas es que *se organizan* en forma de «teorías-en-acción» o implícitas (DRIVER y ERICKSON, 1983; KARMILOFF-SMITH e INHELDER, 1975), «teorías personales» (CLAXTON, 1984) o «teorías causales» (POZO, 1987a, 1987b). Todas estas denominaciones aluden con diversos matices, a dos características: ante todo, los conceptos espontáneos no se yuxtaponen unos a otros –«como guisantes en una vaina» según la feliz expresión de VYGOTSKII (1934)– sino que constituyen estructuras jerarquizadas de conceptos, aunque generalmente implícitas o no conscientes y, en segun-

do lugar, que esas estructuras de conocimiento tienen una función explicativa (véase también la Tabla 7.1. de la pág. 168). Como consecuencia de su origen en la actividad espontánea y de su organización en teorías, estos conceptos resultan muy *resistentes al cambio*, ya que persisten incluso tras una larga instrucción científica. Se ha comprobado que no se abandonan por simple exposición a los conceptos científicos correctos. Ello ha obligado a desarrollar modelos de cambio conceptual en los que, mediante estrategias didácticas diseñadas con ese fin, se intentan trocar los conceptos espontáneos y erróneos en conceptos científicamente correctos. En nuestra opinión, esta resistencia al cambio conceptual viene determinada por el origen de los conceptos espontáneos, útiles y altamente predictivos en la vida cotidiana, y por su organización en forma de teorías o «pirámides de conceptos». Ambos factores deben ser tenidos en cuenta al analizar cómo se aprenden y cómo deben enseñarse los conceptos científicos a través del cambio conceptual.

Las condiciones del cambio conceptual

Partiendo, de forma más o menos explícita, de las ideas anteriores sobre el origen de la naturaleza de los conceptos espontáneos, se han elaborado diversos modelos del cambio conceptual en la instrucción. Así, WITTROCK (1977; OSBORNE y WITTROCK, 1983) ha propuesto la teoría del «aprendizaje generativo», NUSSBAUM y NOVICK (1982) el modelo de «conflicto conceptual», POSNER y cols. (1982; HEWSON y HEWSON, 1984) la teoría epistemológica del cambio conceptual basada en las ideas de KUHN (1962) sobre el cambio de paradigmas en el conocimiento científico. Por encima de sus diferencias, todos estos modelos, y algún otro no recogido aquí (véanse WEST y PINES, 1985; WITTROCK, 1986), tienen ciertos rasgos comunes (COSGROVE y OSBORNE, 1985; HASHWEH, 1986) en su concepción del aprendizaje de conceptos científicos. Por nuestra parte, y basándonos en las teorías revisadas en capítulos anteriores, y muy en especial las ideas de LAKATOS (1978) sobre el cambio de los programas de investigación científica recogidas en el Capítulo Primerpo de este trabajo, diríamos que el cambio conceptual se produce en las siguientes condiciones:

a) El aprendizaje de conceptos científicos no consiste sólo en reemplazar unas ideas cualesquiera por otras científicamente aceptadas, sino que en el aprendizaje existe una cierta conexión genética entre la teoría espontánea del alumno y la teoría científica que se le pretente transmitir. Enseñar ciencia no consiste en proporcionar conceptos a los alumnos sino en cambiar los que poseen. El alumno no abandonará sus ideas espontáneas hasta que encuentre otra teoría mejor que, de acuerdo con las ideas de LAKATOS (1978) sobre el cambio de los programas de investigación científica, dé cuenta no sólo de lo que explicaban ya sus ideas espontáneas sino de fenómenos nuevos hasta ahora incomprensibles. En otras palabras, no basta con exponer al alumno un modelo explicativo mejor,

hay que hacerle ver que *es* mejor, es decir, en la terminología de LAKATOS (1978), que tiene un exceso de contenido empírico con respecto a sus conceptos espontáneos.

b) Para que el alumno pueda comprender la superioridad de la nueva teoría, es preciso enfrentarle a situaciones conflictivas que supongan un reto para sus ideas. En otras palabras, el alumno ha de darse cuenta de que su teoría previa es errónea en ciertas situaciones, en las que conduce a predicciones que no se cumplen. Al mismo tiempo, hay que hacerle ver también que la nueva teoría hace predicciones mejores. De esta forma, el conflicto cognitivo es muy importante en el avance conceptual del alumno, aunque en ningún caso debe considerarse una condición suficiente para el cambio conceptual.

c) Por último, a partir de lo anterior, puede deducirse que la toma de conciencia por parte del alumno es un paso indispensable para el cambio conceptual. Los conceptos espontáneos de los alumnos suelen ser implícitos. Un primer paso para su modificación será hacerlos explícitos mediante su aplicación a problemas concretos. También es necesario que el alumno tome conciencia de las ventajas de la nueva teoría que se le propone. La reflexión sobre las propias ideas será fundamental en el aprendizaje de conceptos científicos por los alumnos.

Como puede verse en los rasgos anteriores, las teorías del cambio conceptual, dentro de la clasificación establecida en nuestro trabajo, se hallan más próximas al aprendizaje por reestructuración que a las posiciones asociacionistas. Además de definirse a sí mismas como constructivistas (DRIVER, 1986; DRIVER y OLDHAM, 1986; OSBORNE y WITTROCK, 1983; POSNER y cols., 1982) conceden especial importancia a factores como la toma de conciencia, la resolución de conflictos cognitivos o la reorganización conceptual, que constituyen los principales mecanismos del aprendizaje por reestructuración. Pero, aunque se alineen entre las teorías organicistas, los modelos del cambio conceptual no necesariamente excluyen otros procesos de aprendizaje, de tipo asociativo. Si se quiere evitar la llamada «paradoja del aprendizaje», es necesario que la reestructuración se vincule al conjunto acumulativo de experiencias o aprendizajes asociativos anteriores. Ese y no otro es el objetivo del modelo de cambio conceptual que se expone a continuación.

Un modelo de cambio conceptual

La Figura 8.5. representa un modelo de cambio conceptual que pretende integrar o conectar algunos de los mecanismos de aprendizaje que se han venido analizando en capítulos anteriores. No se trata en ningún caso de ofrecer un modelo que simule puntualmente, paso a paso, las actividades o procesos de apren-

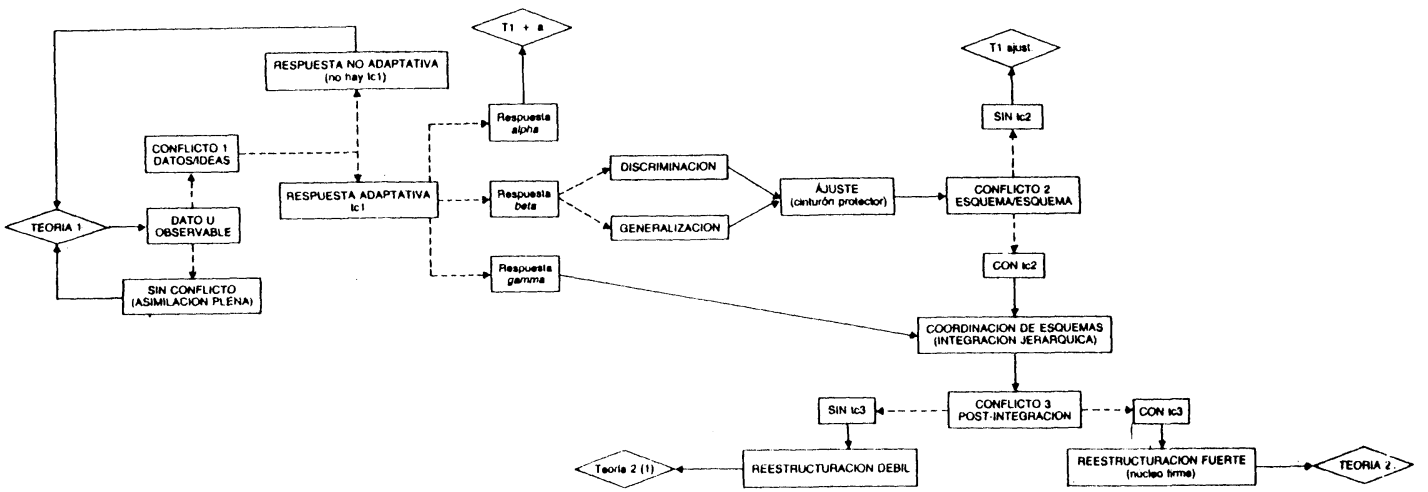


FIGURA 8.5. Un modelo de cambio conceptual en el aprendizaje cognitivo (Pozo, 1987a). Las líneas discontinuas representan opciones alternativas en el proceso de aprendizaje (explicación en el texto).

dizaje que realiza un sujeto concreto ante una tarea determinada, sino más bien servir de esquema comprehensivo, que ayude a conectar procesos estudiados desde enfoques distintos en un mismo proceso general de aprendizaje. El modelo intenta identificar los procesos implicados en el logro de uno de los resultados del aprendizaje más complejos que puedan estudiarse, el cambio conceptual o reestructuración fuerte de los conocimientos. Sin duda, la mayor parte de las situaciones de aprendizaje no alcanzan resultados tan radicales, sino que producen pequeños ajustes o un simple crecimiento del conocimiento, recurriendo a la terminología de RUMELHART y NORMAN (1978; véase también Capítulo VI, págs. 141 y ss.). Ello implicaría, desde el punto de vista del modelo presentado, que en esas situaciones el sujeto activaría aquellos procesos de aprendizaje responsables de esos resultados. Aunque, tal como está planteado, el modelo sería útil para comprender cualquier situación de aprendizaje de conceptos o significados, ya fuera en situaciones espontáneas o de instrucción, la complejidad de sus requisitos y la secuencia de situaciones conflictivas a que debe someterse el sujeto para llegar a reestructurar su conocimiento hace que se halle más próximo a las situaciones de aprendizaje planificado o instrucción. Esto no es tanto una peculiaridad del modelo presentado cuanto de la propia naturaleza de la reestructuración que, tal como se ha subrayado en repetidas ocasiones, es muy difícil de lograr sin una planificación cuidadosa de las interacciones entre el sujeto y su objeto de conocimiento.

Con el fin de ilustrar los procesos implicados en el cambio conceptual, podemos recuperar una tarea mencionada en páginas anteriores. Se trata de los dos dispositivos recogidos en la Figura 8.2. (pág. 233). Como se recordará, a pesar de la semejanza superficial de ambas situaciones, los mecanismos causales implicados en uno y otro caso son distintos, lo que da lugar también a situaciones conflictivas diferentes (POZO, 1987a). La mayor parte de los sujetos que se enfrentan a esta tarea tienen una teoría implícita –compuesta por diversas concepciones espontáneas relacionadas– sobre el movimiento de los objetos que es reminiscente de las teorías o doctrinas prenewtonianas en la historia de la mecánica (por ej., DRIVER, 1986; MCDERMOTT, 1984; MORENO, 1988; POZO, 1987c). Esa teoría se compone entre otras, de la creencia de que «los objetos más pesados caen más deprisa». Esta creencia lleva a los sujetos a predecir ante las dos tareas de la Figura 8.2. que la masa –o, como ellos dicen, el peso– de la bola que cae tendrá una influencia causal determinante en el efecto respectivo (en el caso de la Figura 8.2. a la altura alcanzada por la bola blanca tras el choque y en el de la Figura 8.2b. el punto en el que la bola conectará con el suelo).

El modelo de cambio conceptual presentado se inicia con la situación más elemental de aprendizaje de conceptos, cuando un sujeto dotado de una teoría (T1) –implícita o explícita– con respecto a un determinado dominio de conocimientos se enfrenta con una información o un observable relacionado con ese dominio. Por ejemplo, en el caso de las tareas planteadas, la mencionada teoría sobre el movimiento de los objetos se vería enfrentada a dos situaciones de caída por un plano inclinado. En esta confrontación entre la teoría y la realidad –el mapa y el territorio según la afortunada metáfora de CLAXTON (1984)– podrían suceder en principio dos cosas: que los datos observados fuesen completamente asi-

milables por T1 o que, por el contrario, entraran en conflicto con alguna de las predicciones que se derivan de T1. De hecho, eso es lo que realmente sucede cuando los sujetos parten de una teoría prenewtoniana; predicen en ambos casos que el peso de la bola que cae tendrá una influencia causal relevante en el efecto, ya que la hará bajar con más velocidad y, por tanto, con mayor fuerza o impulso, por lo que, en el caso del choque, empujará a la otra bola con más fuerza y, en el caso de la caída libre, llegará más lejos por llevar más impulso. Sin embargo, esta predicción sólo se cumple en el caso *a*,donde la masa de la bola negra influye en la altura alcanzada por la bola blanca, pero no en el *b*, donde la masa de la bola es irrelevante.

En el primer caso, al no existir ningún desequilibrio, T1 resulta plenamente eficaz y, por tanto, no habrá ningún cambio en la misma. Pero si se produce un conflicto entre teoría y datos, como en la segunda tarea, hay dos opciones de entrada: que el conflicto sea detectado por el sujeto o que no lo sea . En caso de no ser detectado, se produciría una respuesta no adaptativa, según la terminología de PIAGET (1975), ya que el sujeto no tomaría conciencia del conflicto entre la teoría y los datos, que es el primer tipo de conflicto que puede producirse. Al no tomar conciencia del conflicto, desde un punto de vista funcional la situación es equivalente a la ausencia de conflicto entre datos y teoría, ya que no da lugar a ningún aprendizaje cognitivo. De hecho, puede pensarse que ambas situaciones son semejantes también en un sentido más profundo, ya que, sobre todo, en el caso de las teorías conceptualmente poco desarrolladas, en los datos siempre hay aspectos despreciados por las teorías, dado que, como señala LAKATOS (1978), éstas nunca lo explican todo. De hecho, en el caso de la tarea *a*, aun cuando no plantea ningun conflicto observable, existe un conflicto latente, que saldrá a la luz a medida que el proceso de reestructuración avance.

La respuesta adaptativa al conflicto de tipo 1 supone una toma de conciencia del mismo por parte del sujeto. La toma de conciencia requiere que el sujeto haga explícitas tres cosas: el primer elemento en conflicto, el segundo elemento en conflicto y la diferencia entre ambos. En el caso de la toma de conciencia de los conflictos de tipo 1 (en adelante tc1), lo que el sujeto debe hacer explícito es: a) su teoría o, al menos, ciertas predicciones derivadas de su teoría (por ej., "las bolas más pesadas llegarán más lejos porque caen con más velocidad"); b) una información o un observable relacionado con su teoría (por ej., "dos bolas de distinto peso han alcanzado la misma distancia"); y c) la diferencia entre la predicción y el observable.

En el caso de tareas físicas o manipulativas los conflictos entre teorías y datos suelen ser detectados con facilidad por parte de los sujetos, ya que resultan claramente perceptibles (POZO, 1987a). Sin embargo, cuando se trata de tareas sociales o no manipulativas, tc1 puede resultar bastante más difícil, ya que la percepción de los datos no es tan directa, sino que está, en sí misma, más mediatizada por la teoría activada (por ej., POZO y CARRETERO, 1989).

A partir de tc1, y según la clasificación de PIAGET (1975), son posibles tres tipos de respuestas al conflicto observado por parte del sujeto. Puede en primer lugar (respuesta *alpha*) considerar el observable como una excepción o un caso

aislado que no afecta directamente a su teoría. Así, por ejemplo, algunos sujetos ante el conflicto antes planteado, lo justificaban atribuyéndolo a diversas variables situacionales (por ej., el material del que estaba compuesto el plano inclinado, el material de la bola, el rozamiento, haberla dejado caer mal, etc). Estas respuestas a la contradicción suelen ser justificaciones *ad hoc* que difícilmente se generalizan (por ej., cuando no haya conflictos o resultados no esperados, el sujeto "se olvidará" del material del que están hechos el plano inclinado y las bolas). En este caso, la toma de conciencia no adquiere un carácter conceptual, sino que se refiere tan sólo a las predicciones derivadas de T1, sin afectar directamente a ésta. En consecuencia, no se producirá ninguna modificación conceptual. Por tanto, el sujeto mantendrá su teoría aunque acumulará también el conocimiento de que sufre ciertas anomalías (T1 + a, por teoría 1 con anomalías).

Si la respuesta *alpha* mantiene prácticamente intacta la teoría, en el otro extremo, la respuesta *gamma* consiste en modificar el núcleo o las ideas centrales de la teoría como consecuencia del conflicto observado. Hemos podido comprobar (POZO, 1987a; POZO y CARRETERO, 1989) que se trata de una respuesta muy poco frecuente, ya que normalmente la reestructuración de la teoría es más lenta y suele ir precedida de diversos procesos de ajuste a los nuevos datos observados. En la Figura 8.5. puede verse que la respuesta *gamma* conduce directamente a una coordinación de varios conceptos contenidos en la teoría que desemboca en una integración jerárquica de los mismos. También puede verse que ese mismo efecto se obtiene asimismo mediante un proceso más lento, que exige un ajuste previo de la teoría, mediante la modificación de su cinturón protector. De hecho, puede considerarse que la respuesta *gamma* se producirá únicamente cuando, en fases anteriores de ese mismo aprendizaje, se hayan cubierto las etapas precedentes, de forma que el sujeto haya tomado conciencia del conflicto existente entre varios conceptos presentes en su teoría, de tal modo que los conceptos sean objeto de la conciencia reflexiva del sujeto, dirigida en este caso a los conceptos en lugar de a las anomalías empíricas con los objetos.

Por tanto, para que se produzca una reestructuración de la teoría será necesario normalmente ajustar ésta a los observables introduciendo cambios en su cinturón protector. Este ajuste se produce cuando el conflicto entre los datos y la teoría da lugar a una respuesta *beta*, que supone introducir modificaciones puntuales en la teoría pero sin que alteren el núcleo central de ésta. En otras palabras, no se cambian los mecanismos explicativos de la teoría sino que únicamente se modifica el dominio de fenónemos a los que se aplican. El ajuste puede suponer tanto una generalización o aplicación de un concepto a un dominio que hasta entonces no le correspondía como una discriminación o reducción del campo de aplicación de ese mismo concepto, dejando fuera algún objeto o fenómeno que hasta entonces explicaba y que pasa a depender de otro concepto, preexistente o generado a partir de esa experiencia.

Así, en la tarea señalada, tras probar repetidamente con bolas de distinto peso, el sujeto puede resolver el conflicto reconociendo, como consecuencia de la regularidad de los contraejemplos, que en la caída libre las bolas más pesadas no llegan más lejos, y explicarlo porque "aunque en la rampa bajan más deprisa, al

ser más pesadas la gravedad les atrae con más fuerza y caerán antes, por lo que una cosa y otra se compensan y no habrá diferencia con las bolas menos pesadas". Mediante esta explicación, el sujeto restringe el campo de aplicación de sus predicciones anteriores –seguirán cumpliéndose en la tarea *a* pero no en la *b*–, pero manteniendo intacta su teoría sobre el movimiento de los objetos. Podríamos decir que los procesos de generalización y diferenciación se realizan en el cinturón protector de la teoría, ya que no afectan a los mecanismos explicativos aceptados sino a la delimitación del campo al que se aplican y a sus mutuas intersecciones. Producen conjuntamente un ajuste progresivo de la teoría a los datos que hace desaparecer, al menos de forma provisional, los conflictos entre ambos. Pero la modificación del ámbito de aplicación de los diversos conceptos de la teoría producirá otro tipo de conflictos, de naturaleza estrictamente conceptual. Como consecuencia de los ajustes realizados, es posible que el campo de activación de dos o más conceptos se solape. Algunos fenómenos serán explicados por dos conceptos de forma contradictoria, llevando a predicciones opuestas. Por ejemplo, pueden reaparecer los conflictos, cuando a los sujetos que han recurrido a la explicación anterior sobre la compensación de efectos que diluye las diferencias, se les pide que dibujen la caída de las bolas pesadas y pequeñas. Dado que su explicación se basa en la no independencia de los movimientos horizontal y vertical, y por tanto en la negación de la inercia newtoniana, deberían dibujar trayectorias no parabólicas. Pero no siempre es así, por lo que las dos representaciones –la explicación verbal y el dibujo– pueden entrar en conflicto.

La resolución de este segundo tipo de conflictos, a diferencia de los anteriores (datos/teoría) sólo será posible si el sujeto toma conciencia de sus propias representaciones, si conceptualiza sus esquemas de conocimiento. En el caso anterior el sujeto ha de tomar conciencia de su concepto de inercia y de sus implicaciones para esa tarea, así como del tipo de movimiento que predice su explicación verbal. En caso de que no se produzca esa conceptualización o toma de conciencia del conflicto entre esquemas (en adelante tc2), el núcleo central de T1 no resultará modificado, no teniendo lugar por tanto ninguna reestructuración. Sin embargo, aún en ese caso, T1 no resultará inalterada, ya que se habrán producido ciertos ajustes en su cinturón de ideas protectoras, que darán lugar a una versión levemente modificada de la teoría anterior, representada en la Figura 8.5. por T1-ajust (T1 con ajuste).

Para que se produzca tc2, el sujeto ha de reflexionar sobre: a) el primer esquema o concepto en conflicto (por ej., el concepto de inercia); b) el segundo esquema o concepto en conflicto (su explicación en términos de compensación de movimientos); c) las relaciones de diferencia y semejanza entre ambos (en este caso no son compatibles). En definitiva, a diferencia de tc1, es necesario que el sujeto tome conciencia de sus propias ideas y reflexione sobre los fenómenos en que están implicadas cada una de ellas. De esta forma, los esquemas o ideas implícitas que hasta entonces poseía se convierten en conceptos explícitos propiamente dichos.

La toma de conciencia de las relaciones entre los conceptos acabará conduciendo a una reordenación de los mismos, que concluirá cuando el sujeto tome

conciencia de que dos conceptos hasta entonces considerados independientes comparten ciertos rasgos comunes, por lo que deben considerarse como dos manifestaciones distintas de una ley o concepto más general. En el análisis de la historia de la mecánica, al que hemos aludido en alguna ocasión anterior, encontramos varios ejemplos de estas integraciones jerárquicas, que dan lugar a la aparición de nuevos conceptos de orden más general que incluyen a los conceptos previos (véanse PIAGET y GARCÍA, 1983; POZO, 1987c). En el ejemplo que venimos comentando, la integración jerárquica se producirá cuando el sujeto alcance una comprensión plena del concpeto newtoniano de inercia como "movimiento rectilíneo y uniforme en ausencia de fuerzas no equilibradas". Para ello, debe superar concepciones espontáneas tan tenaces como la idea de que "todo movimiento implica una fuerza" y comprender que en la caída libre de la bola, sólo actúa una fuerza, la producida por la gravedad, mientras que el movimiento horizontal es inerte y por tanto constante, por lo que no puede compensarse con el movimiento vertical. A su vez, esta comprensión debería conducir a una comprensión del concepto newtoniano de gravedad –la aceleración en la caída de un cuerpo no depende de su masa y ambas nociones, la de inercia y la de gravedad, podrían integrarse en una regla más general, la segunda ley de la mecánica, conocida como la ecuación fundamental de la mecánica ($f = m.a$) de la cual los conceptos de gravedad e inercia son manifestaciones específicas.

La integración de esquemas supone una considerable economía cognitiva, ya que se reduce el número de conceptos que forman parte del núcleo central de la teoría. Supone además un incremento en el poder predictivo y explicativo de la teoría. De hecho, es éste el cambio fundamental que se produce en el paso de novato a experto (véase el apartado anterior de este mismo capítulo). Los conceptos que en los novatos se hallan en el nivel superior de la jerarquía y sin apenas relación entre sí, en el experto se hallan sometidos a otros conceptos más generales, de aparición más tardía en la historia de la ciencia, que los subsumen. Esta integración jerárquica, característica del paso de las teorías del novato a las del experto, constituye una reestructuración de la teoría inicial, que queda modificada en sus aspectos esenciales dando lugar a una nueva teoría.

Ahora bien, la reestructuración producida por la integración jerárquica de los conceptos es aún una reestructuración en sentido débil (CAREY, 1985), ya que generalmente la nueva teoría surgida de la reestructuración sigue conviviendo con la teoría anterior (T1). De hecho, en la mayor parte de los estudios se observa que, en ciertas circunstancias, los expertos siguen incurriendo en errores conceptuales típicos de los novatos (véase POZO, 1987a). Esta coexistencia entre las dos teorías, o versiones sucesivas de la misma teoría, da lugar a un nuevo tipo de conflictos, estudiados por PIAGET (1975) como "conflictos posteriores a la integración". Estos conflictos requieren una nueva toma de conciencia por parte del sujeto (que denominaremos tc3). En caso de no producirse esa toma de conciencia, la nueva teoría surgida de la reestructuración coexistirá con la vieja teoría (T1) que, no obstante, de haber conflicto, se hallará normalmente sometida a la nueva teoría surgida de la reestructuración. Por ello, en la Figura 8.5. hemos recogido esta teoría como T2 (1), reflejando la prepronderancia de T2.

Para que se produzca tc3, es necesario que el sujeto tome conciencia no ya de esquemas separados en forma de conceptos sino de las propias teorías como tales. Esta reflexión metateórica alcanza a: a) la teoría inicial (T1); b) la nueva teoría surgida de la reestructuración (T2);y c) la relación entre T1 y T2. En este último aspecto es necesario que el sujeto tome conciencia del exceso de contenido empírico de T2 con respecto a T1 (LAKATOS, 1978). El resultado de tc3 será una reestructuración fuerte de la teoría que, según los requisitos establecidos por CAREY (1985), afectará no sólo a los conceptos que constituyen el núcleo central de la teoría sino también al dominio de aplicación de la misma y a los mecanismos explicativos admitidos. De esta forma, la nueva teoría (T2) no sólo hace innecesaria a la anterior (T1) sino que incluso resulta incompatible con ella. En la mecánica newtoniana no es necesario explicar mediante la acción de fuerzas el movimiento en sí, sino el cambio en la cantidad de movimiento. En la tarea que venimos comentando, la reestructuración fuerte implicará ser capaz de explicar las dos situaciones (*a* y *b*) por los mismos principios, reestructurando la comprensión de la situación *a* como consecuencia de los principios aplicados a *b*.

Ahora bien, es posible que esa reestructuración fuerte no se produzca casi nunca en contextos cotidianos e incluso, en el marco de la instrucción, que no siempre se complete en el transcurso del conocimiento novato al experto (CAREY, 1985). De hecho, el modelo que acabamos de exponer abarca todas las fases del proceso de cambio conceptual. Sin embargo, como señalábamos al comienzo, en muchos casos el aprendizaje de conceptos tanto en contextos de instrucción como, sobre todo, en el aprendizaje espontáneo o no estructurado no agota todas esas fases.

En este sentido, el modelo propuesto puede tener un valor descriptivo e incluso prescriptivo, permitiendo establecer secuencias didácticas concretas para la enseñanza de conceptos científicos. En cambio, hay que admitir que no posee valor explicativo, ya que son muchos los problemas que deja sin respuesta. De entre ellos hay uno de fundamental importancia. El modelo propone que el cambio conceptual requiere la toma de conciencia de diverso tipo de conflictos por parte del sujeto. Pero no siempre los conflictos se resuelven de modo favorable. ¿Cuándo se produce la toma de conciencia en cada caso? ¿Qué condiciones son necesarias para que tenga lugar? Son éstas preguntas para las que aún no poseemos una respuesta suficiente. Sin embargo, existen algunas vías hacia las que dirigirse en busca de esa respuesta. Como apuntábamos en páginas anteriores, el aprendizaje de cualquier teoría o serie de teorías por reestructuración es un proceso genético, que sólo es posible considerando la naturaleza acumulativa del aprendizaje conceptual. Según el modelo, el paso de la teoría inicial (T1) a la nueva teoría (T2) no sería directo sino que estaría mediado por la aparición de diversas versiones, más o menos modificadas, de la teoría inicial: consideración de anomalías (T1+a), ajuste de la teoría (T1-ajust) y coexistencia entre ambas teorías (T2 (1). A su vez, en cada una de estas fases intermedias podría haber diversas versiones sucesivas, cada una de las cuales acumularía los avances de la versión anterior (por ej., T1+a, T1+a', T1+a", etc.). De esta forma, la acumulación continua de anomalías no corregidas acabaría conduciendo casi imperceptiblemente a

un ajuste de la teoría. A su vez, la acumulación de ajustes acabaría por hacerse consciente. De esta forma, como señala RESNICK (1983), el *insight* o toma de conciencia de un cambio en la forma de explicar se produciría después de que el cambio hubiera tenido lugar.

Pero ¿significa eso que la toma de conciencia no es sino un espejo de aprendizajes ya realizados? En nuestra opinión no, ya que la conciencia de los aprendizajes realizados abre nuevas posibilidades al aprendizaje. En este sentido, habría que distinguir entre hacer explícito un conflicto factual (tc1) y hacer explícito un conflicto conceptual (tc2, tc3). En el primer caso, la detección del conflicto no lleva necesariamente a su solución, ya que para ello sería necesario que el conflicto adquiriera una dimensión conceptual. En cambio, en el caso de los conflictos conceptuales la detección lleva de modo casi directo a la solución, porque para que el conflicto se haga consciente es necesario que el sujeto tenga disponibles dos concepciones alternativas sobre un mismo fenómeno (HEWSON y HEWSON, 1984) y comprenda que esas dos concepciones *son* alternativas, puesto que difieren entre sí.

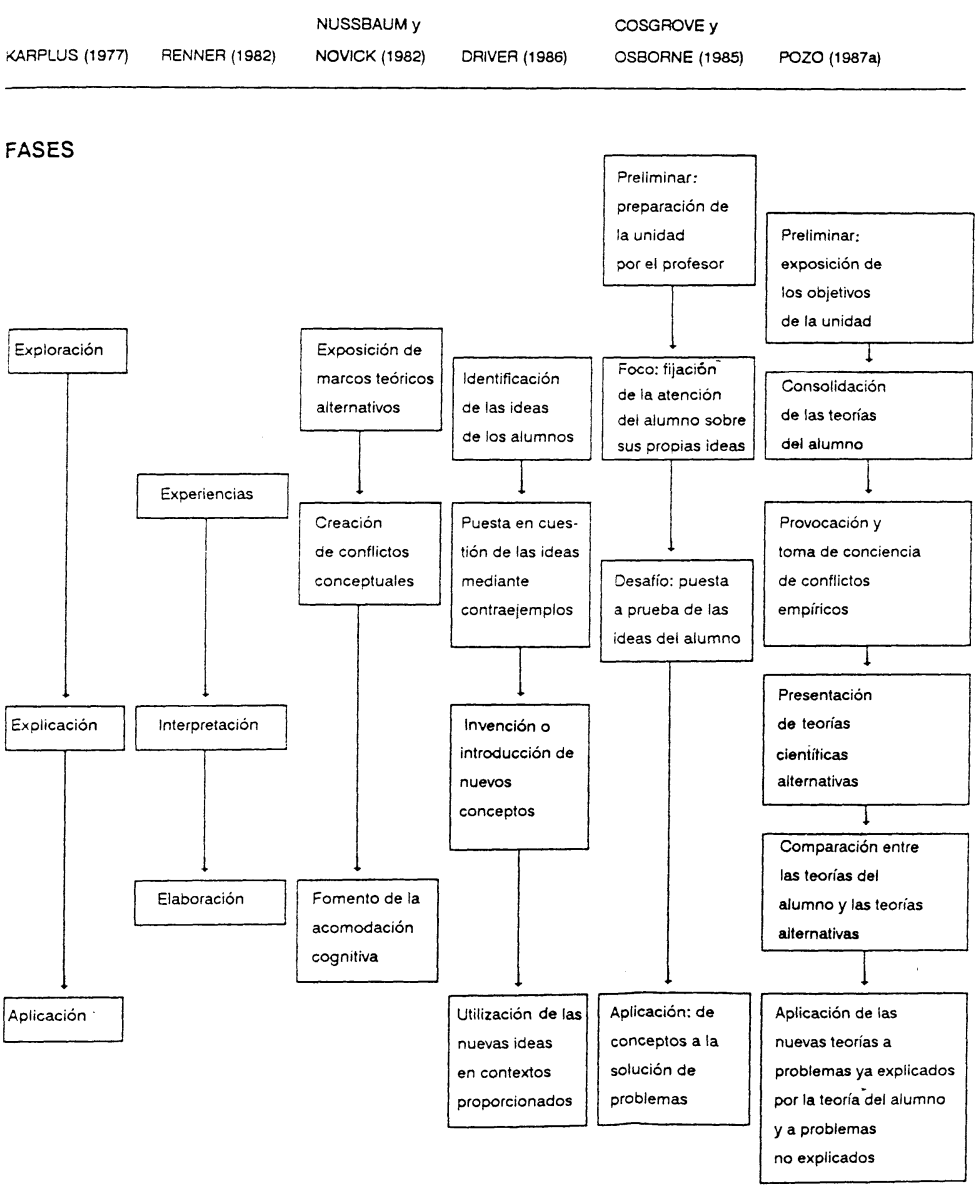
De ser así, quedaría claro que la condición más importante para que se produzca una reestructuración teórica es disponer de una teoría alternativa que pueda entrar en conflicto con la que ya se posee. Es obvio que la elaboración o la creación de nuevas teorías está al alcance sólo de unas pocas personas y no puede esperarse que los estudiantes normales sean con frecuencia capaces de generar por sí mismos, y de modo espontáneo, concepciones alternativas que resulten más coherentes y eficaces que las que ya poseen. Por ello es función de la instrucción proporcionar al alumno esas nuevas teorías. Pero al hacerlo es necesario respetar el proceso de aprendizaje del alumno,de acuerdo con el modelo propuesto, de modo que los conflictos surjan en los momentos adecuados y de la forma más idónea para su mejor resolución. De esta forma, como sostenía VYGOTSKII (1934) el aprendizaje y la instrucción son dos procesos inseparables. Especialmente cuando hablamos del aprendizaje de conceptos, debemos analizarlo siempre en relación con los contextos de instrucción formal e informal en que se produce. Sólo así podremos comprender las complejas interacciones entre asociación y reestructuración en el aprendizaje humano. Por ello, concluiremos nuestro trabajo realizando algunas consideraciones sobre las decisiones didácticas que pueden facilitar los procesos de cambio conceptuales.

Estrategias de enseñanza dirigidas al cambio conceptual

Como señalábamos en páginas anteriores se han desarrollado en los últimos años diversos modelos de enseñanza que tienen como objetivo provocar en los alumnos cambios conceptuales. Aunque esos distintos modelos varían en algunos aspectos relevantes, todos ellos comparten una misma lógica –o *sintaxis*– común, derivada de la asunción de unos mismos supuestos con respecto a la naturaleza del cambio conceptual. La Tabla 8.1. recoge, a partir de COSGROVE y

OSBORNE (1985), las fases o actividades didácticas de las que se componen algunos de estos modelos de instrucción.

TABLA 8.1. *Diversos modelos de instrucción diseñados para promover el cambio conceptual.*



Aunque estos modelos no agotan las posibles estrategias didácticas que pueden adoptarse para promover el aprendizaje de conceptos (con respecto a otras opciones didácticas pueden consultarse entre otros AEBLI, 1985; ARAUJO y CHADWICK, 1975; JOYCE y WEIL, 1978; establecen los elementos esenciales para provocar el cambio conceptual en contextos de instrucción. Por encima de sus diferencias, esos modelos comparten mayoritariamente la necesidad de iniciar la actividad con una presentación del material de aprendizaje dirigida a activar o poner en funcionamiento las concepciones espontáneas o ideas previas del alumno. Esto puede lograrse mediante la realización de experiencias, la exploración o incluso la presentación de un modelo conceptual alternativo. En todo caso, esta activación de los esquemas conceptuales del alumno debería conducir a una toma de conciencia de los mismos –convertir las teorías implícitas en un saber explícito– y, en último extremo, a la aparición de contradicciones. Los conflictos de los que el alumno debe tomar conciencia son en algunos modelos esencialmente empíricos (teorías/datos), mientras que en otros se incorporan de forma explícita modelos alternativos con el fin de promover conflictos conceptuales. Tal como indicábamos en la exposición del modelo de cambio conceptual, los conflictos empíricos pueden resultar insuficientes a menos que vayan seguidos de tomas de conciencia conceptuales (tc2 y tc3 en la Figura 8.5.).

Una vez suscitados y, en su caso, resueltos los conflictos, es necesario consolidar los conocimientos adquiridos aplicándolos tanto a situaciones explicadas por la teoría anterior como a situaciones de las que aquella teoría no daba cuenta. De esta forma, el alumno puede tomar conciencia del exceso de contenido empírico (LAKATOS, 1978) de la nueva teoría.

En cualquier caso, y dado el carácter acumulativo, integrador y genético del cambio conceptual, no puede esperarse que cada unidad o cada sesión didáctica promueva un cambio conceptual, sino más bien que éste sea el producto acumulativo y genético de esas sesiones. En otras palabras, no se trataría de que cada sesión de instrucción agotara todas las fases del cambio conceptual, tal como se recogen en la Tabla 8.1. La producción de reestructuraciones, sean éstas débiles o fuertes, requiere numerosas situaciones de crecimiento y ajuste previas que hagan posibles las condiciones que requiere la reestructuración. Por ello, también es necesario integrar, desde un punto de vista instruccional, los dos grandes enfoques o culturas del aprendizaje que hemos venido analizando en este libro, la asociación y la reestructuración. Aunque el aprendizaje sea, como dice CLAXTON (1984), un elefante con muchas facetas, al final todas esas facetas son parte constitutiva de un mismo organismo y difícilmente se pueden conocer o usar unas sin las otras. Tal vez la propia psicología del aprendizaje y de la instrucción tenga aún algunas reestructuraciones pendientes, la más relevante de las cuales sería la "reconciliación integradora" entre sus dos corrientes o tradiciones principales. Sin duda, tal reconciliación producirá no sólo una mayor coherencia teórica sino incluso una mayor eficacia en su aplicación a la resolución de problemas prácticos.

BIBLIOGRAFIA

ABDI, H. (1987) Do we really need a 'contingency model' for concept formation? A reply to Richardson & Bhavnani (1984). *British Journal of Psychology*, 78, 113-125.

ACH, N. (1921) *Uber die begriffsbildung Buchner,* Bamberg.

ADELSON, B. (1984) When novices surpass experts: the difficulty of a task may increase with expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10 (3), 483-495.

AEBLI, H. (1985) *Zwölf grundformen des lehrens.* Sttutgart: Klett. Trad. cast. de A. Guera: *Doce formas de enseñar.* Madrid: Narcea, 1988.

AGRE, P.E. (1985) Robotics and commonsense. En: M. Minsky (Ed.) *Robotics* N. York: Omni. Trad. cast. de M. Moya: *Robótica.* Barcelona: Planeta, 1986.

AGUADO, L. (1983) Tendencias actuales en la psicología del aprendizaje animal. *Anuario de Psicología*, 29, 69-88.

AGUADO, L. (Ed.) (1984) *Lecturas sobre el aprendizaje animal.* Madrid: Debate.

AGUADO, L. (1989) Condicionamiento clásico. En: R. Bayés y J.L. Pinillos (Eds) *Aprendizaje y condicionamiento.* Madrid: Alhambra.

AKIN, O. (1980) *Models of architectural knowledge.* Londres: Pion.

ALONSO TAPIA, J. (1983) Evaluación de la motivación (1): atribuciones y expectativas. En: R. Fernández Ballesteros (Ed.) *Psicodiagnóstico. vol 2* Madrid: U.N.E.D.

ALONSO TAPIA, J. (1984) ¿Cómo conseguir que Juan realice su tarea? Algunas ideas generales sobre la motivación de logro y su modificación. *Infancia y Aprendizaje*, 26, 31-46.

ALONSO TAPIA, J. y PARDO, A. (1986) ¿Cuándo se pregunta la gente "por qué" y qué es lo que le mueve a hacerlo? *Revista de Ciencias de la Educación* . 126, 159-174.

ALLOY, L.B. y ABRAMSON, L.Y. (1979) Judgment of contingence in depressed and nondepressed students: sadder but wiser? *Journal of Experimental Psychology: General,* 108, 441-485.

ALLOY, L. y TABACHNIK, N. (1984) Assessment of covariation by humans and animals: the joint influence of prior expectations and current situational information. *Psychological Review*, 91, 1, 112-149.

ANDERSON, J. (1976) *Language, memory and thought.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ANDERSON, J.R. (Ed.) (1981) *Cognitive skills and their acquisition.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ANDERSON, J.R. (1982) Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.

ANDERSON, J.R. (1983) *The architecture of cognition.* Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

ANDERSON, J.R. (1986) Knowledge compilation: the general learning mechanism. En: R. Michalski; J. Carbonell y T. Mitchell (Eds.) *Machine learning II.* Palo Alto, California: Tioga Press.

ANDERSON, J.R. (1987) Skill acquisition: compilation of weak-method problem solution. *Psychological Review*, 94(2), *192-210.*

ANDERSON, J. y BOWER, G.H. (1973) *Human associative memory.* Washington: Winston. Trad. cast. *Memoria asociativa humana.* México: Limusa, 1977.

ANDERSON, J.R.; FARRELL, R. y SAUERS, R. (1984) Learning to program in LISP. *Cognitive* Science, 8, 87-129.

ANDERSON, J.R.; KLINE, P.J y BEASLEY, C.M. (1979) A general learning theory and its application to schema abstraction. En: G.R. Bower (Ed.) *The Psychology of learning and motivation.* Vol. 13. N. York: Academic Press.

ANDERSON, J.R.; KLINE, P.J. y BEASLEY, C.M. (1980) Complex learning processes. En: R.E. Snow; P.A. Federico y W. Montague (Eds.) *Aptitude Learning and Instruction.* Vol. 2. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ANDERSON, J.R.; PIROLLI, P. y FARRELL, R (1988) Learning to program recursive functions. En: M.T.H. Chi; R. Glaser y M.J. Farr (Eds). *The nature of expertise.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ANGLIN, J. (1976) Les premieres termes de référence de l¨enfant. En: S. Ehlrich y E. Tulving (Eds.) *La mémoire sémantique.* Paris: Bulletin de Psychologie.

APARICIO, J.J. (1980) Entrevista con D.A. Norman. *Estudios de Psicología*,1, 6-29.

ARAUJO, J. y CHADWICK, C. (1975) *Tecnologia educacional. Teorias da instruçao.* Petrópolis, Brasil: Vozes. Trad. cast. de S. Rodríguez y P. Aguilera: *Tecnología educacional. Teorías de instrucción*. Barcelona: Paidos, 1988.

ARCHENHOLD, W.F.; DRIVER, R.H.; ORTON, A. y WOOD-ROBINSON, C. J. (Eds.) (1980) *Cognitive development research in science and mathematics.* Leeds: University of Leeds.

ARKES, H.R. y FREEDMAN, M.R. (1984) A demonstration of the costs and benefits of expertise in recognition memory. *Memory and Cognition*, 12 (1), 84-89.

ARMSTRONG, S.; GLEITMAN, L.R. y GLEITMAN, H. (1983) What some concept might not be. *Cognition*, 13, 263-308.

ARNAU, J. (1982) La explicación en psicología experimental: del conductismo al cognitivismo (una alternativa paradigmática). En: I. Delclaux y J. Seoane (Eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de información.* Madrid: Pirámide.

ASENSIO, M.; CARRETERO, M. y POZO, J.I. (1989) La comprensión del tiempo histórico. En: M. Carretero: J.I. Pozo y M. Asensio (Eds.) *La enseñanza de las ciencias sociales.* Madrid: Visor.

ASMOLOV, A.G. (1986-87) Basic principles of a psychological analysis in the theory of activity. *Soviet Psychology*, 25(2), 78-102.

AUSUBEL, D.P. (1973) Some psychological aspects of the structure of knowledge. En: S. Elam (Ed.) *Education and the structure of knowledge*. Illinois: Rand Macnally. Trad. cast. de M. Lores y R. Orayen: *La educación y la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1978) *Educational Psychology, 2ª ed.* N. York: Holt, Rinehart y Winston. Trad. cast. de M. Sandoval: *Psicología Educativa*. México: Trillas, 1983.

AVIA, M.D. (1984) Técnicas cognitivas y de autocontrol. En: J. Mayor y F.J. Labrador (Eds.) *Manual de modificación de conducta.* Madrid: Alhambra.

BADDELEY, A.D. (1986) *Working memory.* Oxford: Clarendon Press.

BADDELEY, A.D. y HITCH, G.J. (1974) Working memory. En: G.H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation. Vol. 8.* N. York: Academic Press.

BANDURA, A. (1977) *Social learning theory.* Englewood-Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Trad. cast. de A. Rivière: *Teoría del aprendizaje social.* Madrid: Espasa-Calpe, 1984.

BANDURA, A. (1986) *Social foundations of thought and action.* Englewood: Prentice-Hall. Trad. cast. de M. Zaplana: *Pensamiento y acción. Fundamentos sociales*. Barcelona: Martínez Roca, 1987.

BARKER, P. y GHOLSON, B. (1984) The history of the psychology of learning as a rational process: Lakatos versus Kuhn. En: H.W. Reese (Ed.) *Advances in child development and behavior. Vol. 18.* N. York: Academic Press.

BARSALOU, L.W. (1983) Ad hoc categories. *Memory and Cognition,* 11, 211-227.

BARSALOU, L.W. (1985) Ideals, central tendency and freecuency of instantation as determinants of graded structure in categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 629-654.

BARSALOU, L.W. (1987) The instability of graded structure: implication for the nature of concepts. En; U. Neisser (Ed.) *Concepts and conceptual development.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

BARSALOU, L.W. y MEDIN, D.L. (1986) Concepts: static definition or context-dependent representations *Cahiers de Psychologie Cognitive* 6, 187-202.

BARTLETT, F. (1932) *Remembering. A study in Experimental and Social Psychology.* Cambridge: Cambridge Univ. Press.

BARTLETT, F.C. (1958) *Thinking: an experimental and social study.* Londres: Allen and Unwin. Trad. cast. de C. Simón: *Pensamiento: un estudio de psicología experimental y social.* Madrid: Debate, 1988.

BAYES, R. (Ed.) (1977) *¿Chomsky o Skinner? La génesis del lenguaje.* Barcelona: Fontanella.

BAYES, R. (1980) *Una introducción al método científico en psicología.* Barcelona: Fontanella.

BAYES, R. y PINILLOS, J.L. (Eds). (1989) *Aprendizaje y condicionamiento.* Madrid: Alhambra.

BEACH, L.R. (1964) Recognition, assimilation and identification of objetcs. *Psychological Monographs*, 78.

BECK, J. (Ed.) (1982) *Organization and representation in perception.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BEILIN, H. (1983) The new functionalism and Piaget's program. En: E.K. Scholnick (Ed.) *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BEREITER, C. (1985) Toward a solution of the learning paradox. *Review of Educational Research, 55(2)*, 201-226.

BERKSON, W. y WETTERSTEN, J. (1984) *Learning from error. Karl Popper's psychology of learning.* La Salle, Illinois: Open Court.

BHASKAR, R. y SIMON, H.A. (1977) Problem solving in semantically rich domains: an example from engineering thermodynamics. *Cognitive Science*. 1, 192-215.

BIRCH, H.G. (1945) The relation of previous experience to insghtful problem solving. *Journal of Comparative Psychology*, 38, 367-383.

BLACKMAN, D.E. (1983) On cognitive theories of animal learning: extrapolation from humans to animals? En: G.L. Davey (Ed.) *Animal models of human behavior.* N. York: Wiley.

BOAKES, R.A. (1984) *Form Darwin to behaviorism.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press. Trad. cast. *Historia de la psicología animal. De Darwin al conductismo* Madrid: Alianza, 1989.

BOGOYAVLENSKII y MENCHINSKAYA (1959) Psijologiya usvoeniya znanii v shkole. Moscú: Mir. Trad. cast. parcial del italiano en A.R. Luria; A.N. Leontiev, L.S. Vygotskii y otros. *Psicología y Pedagogía.* Madrid: Akal, 1986.

BOGOYAVLENSKII, D.N. y MENCHINSKAYA, N.A. (1960) Psijologiya obucheniya 1900-1960. *Psijologichenskiya navka CCCR*, 2, 286-336. Trad. cast. del italiano en: A.R. Luria; A.N. Leontiev; L.S. Vygotskii y otros. *Psicología y Pedagogía.* Madrid: Akal, 1986.

BOLC, L (Ed.) (1987) *Computacional models of learning.* Berlin: Springer-Verlag.

BOLLES, R.C. (1970) Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review*, 77, 32-48. Trad. cast. de A.M. Meneses en W.S. Sahakian (Ed.) *Aprendizaje: sistemas, modelos y teorías.* Madrid: Anaya/2, 1980.

BOLLES, R.C. (1972) The avoidance learning problem. En: G.H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation. Vol. 6.* N. York: Academic Press.

BOLLES, R.C. (1975) Learning, motivation and cognition. En: W.K. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 1.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast. de A. Fernández en A. Pérez Gómez y J. Almaraz (Eds.) *Lecturas de aprendizaje y enseñanza.* Madrid: Zero, 1981.

BOLLES, R.C. (1985a) The slaying of Goliath: what happened to reinforcement theory. En: T.D. Johnston y A.T. Pietrewicz (Eds.) *Issues in the ecological study of learning.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BOLLES, R.C. (1985b) Short-term memory and attention. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds.) *Perspectives on learning and memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BOLTON, N. (1972) *The psychology of thinking.* Londres: Methuen. Trad. cast: *Introducción a la Psicología del pensamiento.* Barcelona: Herder, 1978.

BOLTON, N. (1977) *Concept formation.* Oxford: Pergamon.

BORGER, R. y CIOFFI, F. (Eds.) *(1970) Explanation in behavioural sciences.* Cambridge: Cambridge Univ. Press. Trad. cast. de J.D. Quesada. *La explicación en las ciencias de la conducta.* Madrid: Alianza, 1974.

BOTELLA, C. (1986) *Introducción a los tratamientos psicológicos.* Valencia: Promolibro.

BOURNE, L.E. (1966) *Human conceptual behavior.* Boston: Allyn and Bacon.

BOURNE, L.E.; EKSTRAND, B.R. y DOMINOWSKI, R.I. (1971) *The psychology of thinking.* Englewood-Cliffs; N.J.: Prentice-Hall. Trad. cast. de D. Mercado: *Psicología del pensamiento.* México: Trillas, 1974.

BOURNE, L.E. y RESTLE, F. (1959) Mathematical theory of concept identification. *Psychological Review*, 66, 278-296.

BRAINERD, C.J. (1983) Structural invariance in the developmental analysis of learning. En: J. Bisanz; G.L. Bisanz y R. Kail (Eds.) *Learning in children.* N. York: Springer-Veriog.

BREGMAN, E. (1934) A attempt to modify the emotional attitude of infants by the condicioned response technique. *Journal of Genetic Psychology*, 45, 169-198.

BRELAND, K. y BRELAND, M. (1961) The misbehavior of organisms. *American Psychologist*, 16, 681-684. Trad. cast. de A.M. Meneses en W.S. Sahakian (Ed.) *Aprendizaje: sistemas, modelos y teorías.* Madrid: Anaya, 1980.

BREWER, W.F. y NAKAMURA, G. (1984) The nature and functions of schemas. En: R.S. Wyer y T.K. Skrull (Eds.) *Handbook of social cognition. Vol. 1.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BROADBENT, D.E. (1958) *Perception and communication.* N. York: Pergamon Press.. Trad. cast. *Percepción y comunicación.* Madrid: Debate, 1985.

BROADBENT, D.E. (1980) Biography. En: G. Lindzey (Ed.). *A history of psychology in autobiography. Vol. VII.* San Francisco: Freeman.

BRODGEN, W.J. (1939) Sensory pre-conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 25, 323-332.

BROOKS, L.R. (1978) Non-analytic concept formation and memory for instances. En: E. Rosch y B. Lloyd (Eds.) *Cognition and categorization.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BROOKS, L.R. (1987) Decentralized control of categorization: the role of prior processing episodes. En: U. Neisser (Ed.) *Concepts and conceptual development.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

BROWN, A.L. (1982) Learning and development: the problems of compatibility, access and induction. *Human Development*, 25, 89-115.

BROWN, A.L.; BRANSFORD, S.D.; FERRARA, R.A. y CAMPIONE, J.C. (1983) Learning, remenbering and understanding. En: J.H. Flavell y E.M. Markman (Eds.) *Handbook of child psychology. Vol. 3. Cognitive development.* N. York: Wiley.

BROWN, A.L. y DeLOACHE, J.S. (1978) Skills, plans and self-regulation. En: R. Siegler (Ed.) *Children's thinking: what develops?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BRUNER, J. (1982) De la disposition au context. En: P. Fraisse (Ed.) *Psychologie de demain.* París: PUF. Trad.cast.: *El porvenir de la psicología.* Madrid: Morata, 1985.

BRUNER, J. (1983) *In search of mind.* N. York: Harper & Row. Trad. cast. de J.J. Utrilla: *En busca 9de la mente.* México, D.F.: F.C.E., 1985.

BRUNER, J.S. (1984) *Acción, pensamiento y lenguaje.* (Compilación de J. Linaza). Madrid: Alianza.

BRUNER, J.S.; GOODNOW, J. y AUSTIN, G.A. (1956) *A study of thinking.* N. York: Wiley. Trad. cast. de J. Vegas: *El proceso mental en el aprendizaje.* Madrid: Narcea, 1978.

BRUSHLINSKII, A.V. (1987) Activity, action and mind as process. *Soviet psychology*, 25(4), 59-81.

BURTON, E. y BURTON, A. (1978) The whole idea: gestalt psychology. En: A. Burton y J. Radford (Eds.) *Thinking in perspective.* Londres: Methuen. Trad. cast. de J. Fernández: *Perspectivas sobre el pensamiento.* Madrid: Alhambra, 1984.

BUSS, A. (1978) Causes and reasons in attribution theory: a conceptual critique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 1311-1321.

BUXTON, C.E. (Eds.) (1985) *Points of view in the modern history of psychology.* Orlando: Academic Press.

CAMPBELL, R.L. y BICKHARD, M.H. (1987) A deconstruction of Fodor's anticonstructivism. *Human Development*, 30, 48-59.

CANTOR, G.N. (1983) Conflict, learning and Piaget: commnets on Zimmerman and Blom's 'Toward an empirical test of the role of cognitive conflict in learning'. *Developmental Review*, 3, 39-53.

CAPARROS, A. (1979) *Introducción histórica a la psicología contemporánea.* Barcelona: Rol.

CAPARROS, A. (1980) *Los paradigmas en psicología.* Barcelona: Horsori.

CAPARROS, A. (1984) *La psicología y sus perfiles. Introducción a la cultura psicológica.* Barcelona: Barcanova.

CARBONELL, J.(1978) Politics: automated ideological reasoning. *Cognitive science*, 2, 27-52.

CARBONELL, J.G. (1986) Derivational analogy: a theory of reconstructive problem solving and expertise acquisition. En: R.S. Michalski; J.G. Carbonell y T.M. Mitchell (Eds.) *Machine learning: an artificial intelligence approach. Vol. 2.* Los Altos, California: Kaufmann.

CAREY, S. (1985) *Conceptual change in childhood.* Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press.

CAREY, S. (1986) Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41(10), 1123-1130.

CARRETERO, M. (1984) De la larga distancia que separa la suposición de la certeza. En: M. Carretero y J.A. García Madruga (Eds.) *Lecturas de Psicología del pensamiento.* Madrid: Alianza.

CARRETERO, M. (1985a) El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: las operaciones formales. En: M. Carretero; J. Palacios y A. Marchesi (Eds). *Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud.* Madrid: Alianza.

CARRETERO, M. (1985b) Aprendizaje y desarrollo cognitivo: un ejemplo del tratado del inútil combate. En: J. Mayor (Ed.) *Actividad humana y procesos cognitivos.* Madrid: Alhambra.

CARRETERO, M. (1986a) *Proyecto Docente e Investigador en Psicología Cognitiva.* Trabajo no publicado. Madrid: Universidad Autónoma.

CARRETERO, M. (1986b) La concepción del desarrollo en Vygotski. *Cuadernos de Pedagogía*, 1341, 12-15.

CARRETERO, M. y GARCIA MADRUGA, J.A. (1983) Principales contribuciones de Vygotsky y de la psicología evolutiva soviética. En: A. Marchesi; M. Carretero y J. Palacios (Eds.) *Psicología evolutiva 1. Teorías y métodos.* Madrid: Alianza.

CARRETERO, M. y GARCIA MADRUGA, J.A. (Eds.) (1984a) *Lecturas de Psicología del Pensamiento.* Madrid: Alianza.

CARRETERO, M. y GARCIA MADRUGA, J.A. (1984b) Psicología del pensamiento: aspectos históricos y metodológicos. En: M. Carretero y J.A. García Madruga (Eds.) *Lecturas de Psicología del Pensamiento.* Madrid: Alianza.

CARRETERO, M.; PEREZ ECHEVERRIA, M.P. y POZO, J.I. (1985) El extraño caso del aceite de colza y la solución de problemas de correlación. *Revista del Psicología General y Aplicada*, 40(4), *703-725.*

CARRETERO, M.; POZO, J.I. y ASENSIO, M. (1983) Comprensión de conceptos históricos durante la adolescencia. *infancia y Aprendizaje*, 23, 55-74.

CARRETERO, M.; POZO, J.I. y ASENSIO, M. (Eds.) (1989) *La enseñanza de las ciencias sociales.* Madrid: Visor.

CERMAK, L.S. y CRAIK, F.I.M. (Eds.) (1979) *Levels of processing in human memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

CHAPMAN, L.J. y CHAPMAN, J.P. (1967) Genesis of popular but erroneous dignostic observations. *Journal of Abnormal Psychology*, 72, 193-204.

CHAPMAN, L.J. y CHAPMAN, J.P. (1969) Illusory correlation as an obstacle to the use of valid psychodiagnostic signs. *Journal of Abnormal Psychology*, 74, 271-280.

CHASE, W.G. y SIMON, H.A. (1973) Perception in chess. *Cognitive psychology*, 4, 55-81.

CHI, M.T.H. ; FELTOVICH, P.J. y GLASER, R. (1981) Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-151.

CHI, M.T.H. y GLASER, R. (1985) Problem solving abilities. En: R.S. Sternberg (Ed.) *Human abilities.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de J.M. Bastús: *Las capacidades humanas.* Barcelona: Labor, 1986.

CHI, M.T.H.; GLASER, R. y FARR, M. (Eds.) (1988) *The nature of expertise.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

CHI, M.T.; GLASER, R. y REES, E. (1982) Expertise in problem solving. En: R.J. Sternberg (Ed.) *Advances in the psychology of human intelligence Vol. 1..* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

CHI, M.T.H. y REES, E.T. (1983) A learning framework for development. En M.T.H. Chi (Ed.) *Trends in memory development research.* Basilea: Karger.

CHIESI, H.; SPILICH, G.J. y VOSS, J.F. (1979) Acquisition of domain-related information in relation to high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 257-273.

CHIPMAN, S.F.; SEGAL, J.W. y GLASER, R. (Eds.) (1985) *Thinking and learning skills.(2 vols.).* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

CHOMSKY, N. (1957) *Syntactic structures.* La Haya: Mouton. Trad. cast. *Las estructuras sintácticas.* Madrid: Aguilar, 1970.

CHOMSKY, N. (1980) Rules and representations. *The Behavioral and Brain Sciences,* 3, 1-15.

CLAXTON, G. (1984) *Live an learn.* Londres: Harper & Row. Trad. cast. de C. González. *Vivir y Aprender.* Madrid: Alianza, 1987.

COHEN, B.J. y MURPHY, G.L. (1984) Models of concepts. *Cognitive Science*, 8, 27-58.

COHEN, G. (1977) *The psychology of cognition.* Londres: Academic Press. Trad. cast.: M.J. González y G. Gil: *Psicología cognitiva.* Madrid: Alhambra, 1983.

COHEN, L.J. (1981) Can human irrationality be experimentally demonstrated? *Behavioral and Brain Sciences,* 4, 317-370.

COHEN, P.R. y FEIGENBAUM, E.A. (Eds.) (1982) *The handbook of artificial intelligence. Vol. III.* Los Altos, California: Kausfmann

COLE, M. (1983) Society, mind and development. En: F.S. Kessel y A.W. Siegel (Eds.) *The child and other cultural inventions.* N. York: Praefer.

COLL, C. (1983) La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje. En: C. Coll (Ed.) *Psicología genética y aprendizajes escolares.* Madrid: Siglo XXI.

COLLINS, A.M. y LOFTUS, E.F. (1975) A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.

COLLINS, A.M. y QUILLIAN, M.R. (1969) Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.

COLWILL, R.M. y RESCORLA, R.A. (1986) Associative structures in instrumental learning. En G.H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation. Voi.20.* N. York: Academic Press.

COSGROVE, M y OSBORNE, R. (1985) Lesson frameworks for changing children's ideas. En: R. Osborne y P. Freyberg (Eds.) *Learning in science.* Hong Kong: Heinemann.

COTTON, J.W. (1976) Models of learning. *Annual Review of Psychology*, 27, 156-187.

CRAIK, F.I.M. y LOCKHART, R.S. (1972) Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684. Trad. cast. en *Estudios de Psicología*, 1980, 2, 93-109.

CROCKER, J. (1981) Judgment of covariation by social perceivers. *Psychological Bulletin*, 90(2), *272-292.*

CUENA, J (Ed.) *(1986) Inteligencia artifivial: sistemas expertos.* Madrid: Alianza.

DAVYDOV, V.V. (1972) *Vidy obobsheniya le obyrenii.* Moscú. Trad. cast.: *Tipos de generalización en la enseñanza.* La Habana: Pueblo y Educación, 1978.

DELCLAUX, I. (1982) Introducción al procesamiento de información en psicología. En: I. Delclaux y J Seoane (Eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de información.* Madrid: Pirámide.

DELCLAUX, I. y SEOANE, J. (Eds.) (1982) *Psicología cognitiva y procesamiento de la información.* Madrid: Pirámide.

DEMOPOULOS, W. y MARRAS, A. (Eds..) (1986) *Language learning and concept acquisition.* Norwood, N.J.: Ablex.

DENNETT, D.C. (1978) *Brainstorms. Philosophical essays on mind and psychology.* Cambridge, Ma.: MIT Press.

DICKERSON, D.J. (1966). Performance of preschool children on three discrimination shifs. *Psychonomic Science,* 4, 417-418.

DICKINSON, A. (1980) *Contemporary animal learning theory.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press. Trad. cast. de L. Aguado: *Teorías actuales del aprendizaje animal.* Madrid: Debate, 1984.

DICKINSON, A. y BOAKES, R.A. (Eds.) (1979) *Mechanisms of learning and motivation.* N. York: Academic Press.

DICKINSON, A. y SHANKS, D. (1985) Animal conditioning and human causality judgment. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds.) *Perspectives on learning and memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

DICKINSON, A.; SHANKS, D. y EVENDEN, J. (1984) Judgment of act-outcome contingency: the role of selective attribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 29-50.

DIGES, M. y SEOANE, J. (1981) Análisis experimental de la memoria: estudios episódicos y semánticos. *I Reunión Internacional sobre Psicología y Procesos de socialización*. Alicante.

DILLON, R.F. y STERNBERG, R.J. (Eds.) (1986) *Cognition and instruction.* Orlando: Academic Press.

DRIVER, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias,* 4 (1), *3-15.*

DRIVER, R. y ERICKSON, G. (1983) Theories-in-action: some issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Educacion*, 10, 37-60.

DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIEN, A. (Eds.) (1985) *Children's ideas in science.* Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* Madrid: Morata/M.E.C., 1989.

DRIVER, R. y OLDHAM (1986) A constructivistic approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*. 13, 105-122.

DUCKWORTH, E. (1979) Either we're too early and they can't learn it or we're too late and they know it already: the dilemma of applying Piaget. *Harvard Educational Review,* 49(3), 297-312.. Trad. cast. de J.I. Pozo en *Monografías de Infancia y Aprendizaje*, 1981, 2, 163-176.

DUNCKER, K. (1945) On problem solving. *Psychological Monographs*, 58(5).

EBBINGHAUS, H. (1885) *Uber das Gedächtniss. Untersuchungeu zur experimeutelden psychologie*. Leipzig: Duncker und Humblot.

ELIO, R. y ANDERSON, J.R. (1981) Effects of category generalizations and instance similarity on schema abstraction. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory,* 7, 397-417.

ELIO, R. y ANDERSON, J.R. (1984) The effects of information order and learning mode on schema abstraction. *Memory & Cognition*, 12, 20-30.

ESTES, W.K. (1959) The statistical approach to learning theory. En: S. Koch (Ed.) *Psychology: a study of a science.* N. York: McGraw Hill.

ESTES, W.K. (1960) *Learning theory and the new 'mental chemistry'.* Psychological Rev., 60, 276-286.

ESTES, W.K. (1976) Structural aspects of associative models for memory. En: C.N. Cofer (Ed.) *The structure of human memory.* San Francisco: Freeman and Co. Trad. cast. de E. Lynch: *La estructura de la memoria humana.* Barcelona: Omega, 1979.

ESTES, W.K. (1985) Levels of association theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and Cognition,* 11(3), 450-454.

ESTES, W. K. (1986) Array models of category learning. *Cognitive psychology*, 18, 500-549.

EXNER, J.E. (1974) *The Rorschach: a comprehensive system.* N.York: Wiley. Trad. cast. de C. Vizcarro: *Sistema comprensivo del Rorschach.* Madrid: Pablo del Río, 1979.

EYSENCK, H.J. (1983) The social applications of paulovian theories. *The paulovian Journal of biological studies*, 18, 117-125.

EYSENCK, H.J. (1986) Genetic factors in behaviour: the return of repressed. *Behavioral and Brain Sciences*, 9(4), 703-704.

FIELDS, P.E. (1932) Studies in concept formation: I. The development of the concept of triangularity by the white rat. *Comparative Psychology Monographs*, 9, 1-70.

FLAVELL, J.H. (1963) *The Developmental Psychology of Jean Piaget.* Princenton: Van Nostrand. Trad. cast. de M.T. Cevasco: *La Psicología Evolutiva de Jean Piaget.* Buenos Aires: Paidos, 1968.

FLAVELL, J.H. (1977) *Cognitive development.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Trad. y presentación de la ed. en castellano de J.I. Pozo: *El desarrollo cognitivo.* Madrid: Visor, 1984.

FLAVELL, J.H. (1985) *Cognitive development. 2ª ed.* Englewood, N.J.: Prentice-Hall.

FODOR, J.A. (1968) *Psychological explanation an introduction to philosophy of psychology.* N.York: Raudom House. Trad. cast. de J.E. García Albea: *La explicación psicológica.* Madrid: Cátedra, 1980.

FODOR, J. (1972) Some reflections on L.S. Vygotsky's 'Thought and Language'. *Cognition*, 1, 83-95.
FODOR, J.A. (1975) *The language of thought.* N. York: Harper & Row. Trad. cast. de J. Fernández: *El lenguaje del pensamiento*. Madrid: Alianza, 1985.
FODOR, J.A. (1979) Fixation des croyances et acquisition de concepts. En: M. Piatelli-Palmarini (Ed.) *Theories du langage. Theories de l¨apprentissage*. Paris: Ed. du Seuil. Trad. cast. de S. Furió: *Teorías del lenguaje. Teorías del aprendizaje*. Barcelona: Crítica, 1983.
FODOR, J.A. (1980) *Representations.* Cambridge: Bradford Books.
FODOR, J.A. (1981) The mind-body problem. *Scientific American,* 244 (1), *124-132.*
FODOR, J.A. (1983) *The modularity of mind.* Cambridge, Mass.: The MIT Press. Trad. cast. de J.M. Igoa: *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata, 1986.
FODOR, J.A. (1984) Prefacio a la edición en castellano de *El lenguaje del pensamiento*. Madrid: Alianza.
FODOR, J.A. (1987) *Psychosemantics. The problem of meaning in the philosophy of mind.* . Cambridge, Mass.: Bradford Books.
FREGE, G. (1892) Uber sinn und bedentung. *Zeitschrift fur philosophie und philosophische kritik*, 100, 25-50.
FURNHAM, A. (1988) *Lay theories. Everyday understanding of problems in the social sciencies*. Oxford: Pergamon.
GAGNE, R.M. (1965) *The conditions of learning.* N. York: Holt, Rinehart & Winston. Trad. cast. de A. de la Orden y A. González: *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar, 1970.
GAGNE, R.M. (1975) *Essentials of learning for instruction.* Hillsdale, N.J.: The Dryden Press.
GAGNE, R.M. (1985) *The conditions of learning of instruction. 4ª ed*. N. York: Holt, Rinehart & Winston Trad. cast. de R. Elizondo. *Las condiciones del aprendizaje*. México, D.F.: Trillas, 1987.
GAGNE, R.M. y GLASER, R. (1987) Foundations in learning research. En: R.M. Gagné (Ed.) *Instructional technology: foundations*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
GARCIA, J. (1981) Tilting at the windmills of academy. *American Psychologist*, 36, 149-158.
GARCIA, J.; KIMMELDORF, D. y KOELLING, R.A. (1955) Conditioned aversion to saccharin resulting from exposure to gamma radiation. *Science*, 122, 157-158.
GARCIA, J. y KOELLING, R.A. (1966) Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, 4, 123-124. Trad. cast. en L. Aguado (Ed.) *Lecturas sobre el aprendizaje animal.* Madrid: Debate, 1984.
GARCIA MADRUGA, J.A. y CARRETERO, M. (1986) Estrategias en el razonamiento humano: tareas lógicas y probabilísticas. En: H. Peraita (Ed.) *Psicología cognitiva y ciencia cognitiva.* Madrid: UNED
GARCIA MADRUGA, J.A. y MARTIN CORDERO, J.I. (1987) *Aprendizaje, comprensión y retención de textos.* Madrid: UNED.
GARDNER, H. (1985) *The mind's new science.* N. York: Basic Books. Trad. cast: *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidos, 1988.
GENTNER, D y STEVENS, A.L. (Eds.) (1983) *Mental models.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
GHOLSON, B. (1980) *The cognitive-developmental basis of human learning: studies in hypothesis testing.* N.York: Academic Press.
GHOLSON, B. y BARKER, P. (1985) Kuhn, Lakatos and Laudan. Applications in the history of physics and psychology. *American Psychologist*, 40(7), 755-769.
GIBSON, E.J. (1940) A systematic application of the concepts of generalization and differentiation to verbal learning. *Psychological Review*, 47, 196-229.
GIBSON, E.J. (1966) *The senses considered as perceptual systems.* Boston: Mifflin.
GIBSON, K.J. (1985) The convergence of Kuhn and cognitive psychology. *New Ideas in Psychology*, 2, 211-221.
GILBERT, J.K. y SWIFT, D.J. (1985) Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education,* 69(5), 681-696.
GLEITMAN, L.R.; ARMSTRONG, S.L. y GLEITMAN, H. (1983) On doubting the concept "concept". En: E.K. Scholnick (Ed.) *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

GOOD, R. (1984) Scientific problem solving by expert systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 3, 331-340.

GORMAN, M.E.; STAFFORD, A. y GORMAN, M.E. (1987) Disconfirmation and dual hypotheses on a more difficult version of Wason¨s 2-4-6 task. *The Quarterly Journal of Experimental* Psychology, 39A, 1-28.

GRANGER, R.H. Y SCHLIMMER, J.J. (1986) The computation of contingency in classical conditioning. En: G.H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation. Vol. 20.* N. York: Academic Press.

GREEN, G.J. y PATEL, V.L. (1988) The relationship between comprehension and reasoning in medical expertise. En: M.T.H. Chi; R. Glaser y M.J. Farr (Eds). *The nature of expertise* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

GREENO, J.G. (1978) Nature of problem solving abilities. En K.W. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes. vol. 5.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

de GROOT, A. (1966) Perception and memory versus thought: some olds ideas and recents findings. En B. Kleinmutz (Ed.) *Problem solving.* N. York: Wiley.

GRUBER, H.E. (1981) *Darwin on man. A psychological study of scientific creativity.* Chicago: University of Chicago Press. Trad. cast. de T. del Amo: *Darwin sobre el hombre.* Madrid: Alianza, 1984.

GRUBER, H.E. (1984) The emergence of a sense of purpose: a cognitive case study of young *Darwin.* En: M.L. Commons; F.A. Richards y C. Armon (Eds.) *Beyond formal operations.* N. York: Prager.

GUIDANO, V.F. y LIOTTI,G. (1985) A constructivistic basis for cognitive therapy. En: M.J. Mahoney y A. Freeman (Eds.) *Cognition and psychotherapy.* N. York: Academic Press. Trad. cast. de I. Caro: *Cognición y psicoterapia.* Barcelona: Paidos, 1988.

GUIRAUD, P. (1955) *La sémantique.* París: P.U.F. Trad. cast. de J.A. Halser: *La semántica.* México: F.C.E., 1960.

HAMMOND, L.J. y PAYNTER, W.E. (1983) Probalilistic contingency theories of animal conditioning: a critical analysis. *Learning and Motivation*, 14(4), 527-550.

HAROUTOUNIAN, S. (1983) *Equilibrium in the balance.* N. York: Springer-Verlag.

HARLOW, H.F. (1949) The formation of learning sets. *Psychological Review*, 56, 51-65.

HART, A. (1986) *Knowledge acquisition for expert systems.* Londres: Kogan Page.

HASHWEH, M.Z. (1986) Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), *229-249.*

HAYES-ROTH, B. y HAYES-ROTH, F. (1977) Concept learning and the recognition and classificaction of exemplars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 321-338.

HELM, H. y NOVAK, J.D. (Eds.) (1983) *Proceedings of the International Seminar Misconceptions in science and Mathematics.* N. York: Cornell University.

HENLE, M. (1985) Rediscovering Gestalt psychology. En: S. Koch y D.E. Leary (Eds.) *A century of psychology in science.* N. York: McGraw-Hill.

HERRNSTEIN, R.S. (1977) The evolution of the behaviorism. *American Psychologist*, 32, 593-603. Trad. cast. en *Estudios de Psicología*, 1, 46-64.

HEWSON, P.W. y HEWSON, M.G. (1984) The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.

HEWSON, P.W. y POSNER, G.J. (1984) The use of schema theory in the design of instructional materials: a physics example. *Instructional Science*, 13, 119-139.

HILGARD, E. y BOWER, G. (1975) *Theories of learning. 4ª ed.* N. York: Appleton. Trad. cast.: *Teorías del aprendizaje.* México: Trillas, 1978.

HILL, W. (1971) *Learning. A survey of psychological interpretations.* Toronto: Chandler. Trad. cast. de E. de Setaro: *Teorías contemporáneas del aprendizaje.* Buenos aires: Paidos, 1980.

HINDE, R.A. y STEVENSON-HINDE, J. (Eds.) (1973) *Constraints on learning: limitations and predispositions.* N. York: Academic Press.

HINTZMAN, D.L. (1978) *The psychology of learning and memory.* San Francisco: Freeman.

HITCH, G.J. (1985) Short-term memory and information processing in humans and animals: towards

an integrative framework. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds.) *Perspectives on learning and memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

HOLLAND, J.H. (1986) Escaping brittleness: The possibilities of general purpose machine learning algorithms applied to parallel rule-based systems. En: R.S. Michalski; J.G. Carbonell y T.M. Mitchell (Eds.) *Machine learning: an artificial intelligence approach. Vol. 2.* Los Altos, Calif.: Kaufmann.

HOLLAND, J.H.; HOLYOAK, K.J.; NISBETT, R.E. y THAGARD, P.R. (1986) *Induction. Processes of inference, learning and discovery.* Cambridge, Mass.: The MIT Press.

HOLYOAK, K.J. (1984) Analogical thinking and human intelligence. En: R.J. Sternberg (Ed.) *Advances in the psychology of human intelligence. Vol. 2.* Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

HOMA, D. (1984) On the nature of categories. En: G.H. Bower (Ed.) *The psychology of learning and motivation. Vol. 18.* N. York: Plenum Press.

HORTON, D. y MILLS, C.B. (1984) Human learning and memory. *Annual Review of Psychology*, 35, 361-394.

HOWARD, D.V. (1983) *Cognitive psychology.* N.York: Macmillan.

HULL, C.L. (1920) Quantitative aspects of the evolution of concepts. *Psychological Monographs*, 123, completo.

HULL, C.L. (1930) Knowledge and purpose as habit mechanism. *Psychological Review*, 37, 511-522.

HULL, C.L. (1943) *Principles of behavior.* N. York: Appleton-Century. Trad. cast.: *Principios de conducta.* Madrid: Debate, 1986.

HULSE, S.H.; EGETH, H. y DEESE, J. (1980) *Psychology of learning.* 5ª ed. N. York: McGraw Hill. Trad. cast. de A. Contin: *Psicología del aprendizaje.* México: McGraw Hill, 1982.

HULSE, S.H.; FOWLER, H. y HONIG (Eds.) (1978) *Cognitive processes in animal behavior.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

HUME, D. (1739-1740) *A treatise human nature.* (2 Vol.). Trad. cast. de F. Duque: *Tratado sobre la naturaleza humana.*(2 Vol.). Madrid: Editora Nacional, 1977.

HUNT, M. (1982) *The universe within: a new science explores the human mind.* N.Y.: Simon & Schuster.

INHELDER, B.; BLANCHET, A.; SINCLAIR, H. y PIAGET, J. (1975) Relations entre les conservations d'ensembles d'élements discrets et celles de quantités continues. *Année psychologique*, 75, 23-60.

INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955) *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Essai sur la construction des structures opératoires formalles.* París: PUF. Trad. cast. de M.T. Cevasco: *De la lógica del niño a la lógica del adolescente.* Buenos Aires: Ed. Paidos, 1972.

INHELDER, B.; SINCLAIR, H. y BOVET, M. (1974) *Apprentissage et structures de la connaissance.* París: PUF. Trad. cast. de L. Echeverría: *Aprendizaje y estructuras del conocimiento.* Madrid: Morata, 1975.

JAHODA, G. (1966) *The psychology of superstition.* Londres: Penguin. Trad. cast. de A. Gil: *Psicología de la superstición.* Barcelona: Herder, 1976.

JOHNSON-LAIRD, P.N. (1983) *Mental models.* Cambridge Ma.: Cambridge University Press.

JOYCE, B. y WEIL, M. (1978) *Models of teaching.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Trad. cast. de R. Sánchez: *Modelos de enseñanza.* Madrid: Anaya, 1985.

JOYCE-MONIZ, L. (1981) Perspectives constructivistes dans le mouvement thérapeutique cognitiviste. *Revue de Modification du comportement*, 11, 83-90.

KAHNEMAN, D. SLOVIC, P. y TVERSKY, A. (Eds.) (1982) *Judgment under uncertainty: heuristics and biases.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

KAMIN, L.J. (1969) Predictibility, surprise, attention and conditioning. En: B.A. Campbell y R. M. Church (Eds.) *Punishment and aversive behavior.* N. York: Appleton-Century-Crofts.

KANT, I. (1781) *Kritik der reinen Vernunft.* Trad. cast. de J. Rovira: *Crítica de la razón pura.* Buenos Aires: Losada, 1960, 2 Vols.

KANTOR, J.R. (1959) *Interbehavioral psychology.* Chicago: Principia Press. Trad. cast.: *Psicología interconductual.* México: Trillas, 1975.

KARMILOFF-SMITH, A. e INHELDER, B. (1975) If you want to get ahead, get a theory *Cognition*, 3, 195-212. Trad. cast. de J.I. Pozo en *Infancia y Aprendizaje*, 13, 67-88.

KATONA, G. (1940) *Organizing and memorizing.* Nueva York: Columbia University Press.
KAYE, K. (1982) *The mental and social life of babies.* Chicago: The University of Chicago Press. Trad. cast. de D. Rosenbaum: *La vida mental y social del bebé.* Barcelona: Paidos, 1986.
KAZDIN, A.E. (1978) *History of behavior modification.* Baltimore: University Park Press. Trad. cast. de M.S. Blanco: *Historia de la modificación de conducta.* Bilbao: Desclée de Brouwer, 1983.
KEIL, F.C. (1979) *Semantic and conceptual development.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
KEIL, F.C. (1981) Constraints on knowledge and cognitive development. *Psychological Review*, 88 (3), 197-227.
KEIL, F.C. (1983) Semantic inferences and the acquisition of word meaning. En: T.B. Seiler y W.W. Wannemacher (Eds.) *Concept development and the development of word meaning.* Berlin: Springer-Verlag.
KEIL, F.C. (1986) The acquisition of natural kinds and artifact terms. En W. Demopoulos y A. Marras (Eds.) *Language learning and concept acquisition: foundational issues.* Norwood, N.J.: Ablex.
KEIL, F.C. (1987) Conceptual development and category structure. En: U. Neisser (Ed.) *Concepts and conceptual development.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press.
KEIL, F.C. y BATTERMAN, N. (1984) A characteristic-to-definition shift in the development of word meaning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 221-236.
KELLEY, H.H. (1967) Attribution theory in social psychology. En: D. Levine (Ed.). *Nebraska Symposium on Motivation. Vol. 15.* Lincoln: University of Nebraska Press.
KELLEY, H.H. y MICHELLA, J.L. (1980) Attribution theory and research. *Annual Review of Psychology*, 31, 457-501.
KENDLER, H.H. (1981) *Psychology: a science of conflict.* Londres: Oxford University Press.
KENDLER, H.H. (1984) Evolutions or revolutions?. En: K.M.J. Lagerspetz y P. Niemi (Eds.) *Psychology in the 1990's.* Amsterdam: Elsevier Science.
KENDLER, H.H. (1985) Behaviorism and psychology: an uneasy alliance. En: S. Koch y D.E. Leary (Eds.) *A century of psychology in science.* N. York: McGraw Hill.
KENDLER, H.H. y D'AMATO, M.F. (1955) A comparison of reversal shifts and non-reversal shifts in human concept formation behavior. *Journal of Experimental Psychology*, 49, 165-174.
KENDLER, H.H. y KENDLER, T.S. (1962) Vertical and horizontal processes in problem solving. *Psychological Review*, 69, 1-16.
KENDLER, T.S. (1979) Toward a theory of mediational development. En: H.W. Reese y L.P. Lipsitt (Eds.) *Advances in child development and behavior. Vol. 13.* N. York: Academic Press.
KESSEL, F.S. y BEVAN, W. (1985) Notes toward a history of cognitive psychology. En: C.E. Buxton (Ed.) *Points of view in the modern history of psychology.* Orlando: Academic Press.
KINTSCH, W. (1970) Stochastic learning theory. En: M.H. Marx (Ed.) *Learning: Theories.* N. York: Macmillan.
KINTSCH, W. (1977) *Memory and cognition.* Malabar, Florida: Robert Krieger Publisch Company.
KLAHR, D.; LANGLEY, P. y NECHES, R. (1987) (Eds.) *Production system models of learning and development.* Cambridge, Ma.: The MIT Press.
KLAUSMEIER, H.J.; GHATALA, E.S. y FRAYER, D.A. (1974) *Conceptual learning and development: a cognitive view.* N. York: Academic Press.
de KLEER, J. (1977) Multiple representation of knowledge in a mechanics problem solver. *Proceedings of the 5th International Joint Conference on Artificial Intelligence.* Cambridge.
KNAPP, T.J. (1986) The emergence of cognitive psychology in the later half of the twentieth century. En: T.J. Knapp y L.C. Robertson (Eds.) *Approaches to cognition: contrasts and controversies.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
KOHLER, W. (1921)*Intelligenzforüfungen an menschenaffen.* Berlín: Springer. Trad. al inglés: *The mentality of apes.* N.: Harcourt, 1925.
KOHLER, W. (1929) *Gestalt psychology.* N. York: Liveright. Trad. cast. de A. Guera: *Psicología de la configuración.* Madrid: Morata, 1967.
KOHLER, W. (1941) On the nature of associations. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 84, 489-502.

KOHONEN, T. (1984) *Self organization and associative memory.* Berlín: Springer-Verlag.
KOYRE, A. (1965) *Newtonian studies.* Londres: Chapman & Hall.
KRECHEVSKY, I, (1932) "Hypotheses"in rats. *Psychological Review*, 38, 516-532.
KUIPERS, B. y KASSIRER, J.P. (1984) Causal reasoning in medicine: analysis of a protocol. *Cognitive science*, 8, 363-385.
KUHN, D. (1974) Inducing development experimentally: comments on a research paradigm. *Developmental Psychology*, 10, 590-600.
KUHN, D. (1978) Mechanisms of cognitive and social development: one psychology or two?. *Human Development*, 21, 92-118.
KUHN, T.S. (1962) *The structure of scientific revolutions.* Chicago: University of Chicago Press. Trad. cast. de A. Contín: *La estructura de las revoluciones científicas.* México: F.C.E., 1971.
LACHMAN, R. y LACHMAN, J.L. (1986) Information processing psychology: origins and extensions. En: R.E. Ingram (Ed.) *Information processing approaches to clinical psychology.* Orlando: Academic Press.
LACHMAN, R.; LACHMAN, J. y BUTTERFIELD, E. (1979) *Cognitive psychology and information processing.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
LAKATOS, I. (1978) *The methodology of scientific research programmes-philosophical papers.Volume I.* Ed. de J. Worall y G. Currie: Cambridge University Press. Trad. cast. de J.C. Zapatero: *La metodología de los programas de investigación científica.* Madrid: Alianza, 1983.
LANGER, E.J. (1975) The illusion of control. *The Journal of Personality and Social Psychology*, 32, 311-328.
LARKIN, J.H. (1979) Information processing models of science instruction. En: J. Lochhead y J. Clement (Eds.) *Cognitive process instruction.* Filadelfia: Franklin University Press.
LARKIN, J.H. (1980) Teaching problem solving in physics: the psychological laboratory and the practical classroom. En D. Tuma y F. Reif (Eds.) *Problem solving and education.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
LARKIN, J.H. (1983) The role of problem representation in physics. En D. Gentner y A.L. Stevens (Eds.) *Mental models.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
LARKIN, J.H. (1985) Understanding, problem representation and skill in physics. En: S.F. Chipman; J.W. Segal y R. Glaser (Eds.) *Thinking and learning skills. vol. 2.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
LARKIN, J.H; McDERMOTT, J.; SIMON, D.P. y SIMON, H.A. (1980) Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
LASHLEY, K.S. (1923) The behavioristic interpretation of consciousness. *Psychological Review*, 30, 237-272.
LASHLEY, K.S. (1929) *Brain mechanisms and intelligence* Chicago: University of Chicago Press.
LAUDAN, L. (1977) *Progress and its problems.* Berkeley: University of California Press.
LAWSON, A.E. (1985) A review of research on formal reasoning and science teaching *Journal of Research in Science Teaching,* 22 (7), 569-617.
LAWTON, J.T.; SAUNDERS, R.A. y MUSH, P. (1980) Theories of Piaget, Bruner and Ausubel: explications and implications. *Journal of Genetic Psychology*, 136, 121-136.
LEAHY, T.H. (1980) *A history of psychology.* Englewood-Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Trad. cast. de F. Asís e I. Ruiz: *Historia de la psicología.* Madrid: Debate, 1982.
LEAHY, T.H. y HARRIS, R.J. (1985) *Human learning.* Englewood Cliffs, N.J.: Presntice-Hall.
LEBOWITZ, M. (1986) Integrated learning: controlling explanation. *Cognitive Science*, 10, 219-240.
LEGRENZI, P. (Ed.) *(1982) Storia della psicologia.* Bolonia: Ed. Il Mulino. Trad. cast. de J. Llopis: *Historia de la psicología.* Barcelona: Herder, 1986.
LEONTIEV, A.N. (1975) *Deyatelnost, soznanie, lichnost.* Moscú. Trad. inglesa: *Activity, consciousness and personality.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
LESGOLD, A.M. (1984) Acquiring expertise. En J.R. Anderson y S.M. Kosslyn (Eds.) *Tutorials in learning and memory.* San Francisco: Freeman.
LEVINE, M. (1959) A model of hypothesis behavior in discrimination learning set. *Psychological Review*, 66, 353-366.

LEVINE, M. (1975) *A cognitive theory of learning: research on hypothesis testing.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

LÉVY-BRUHL, L. (1910) *Les fonctions mentales dans les sociétés inferieurs.* París: Alcan; 9ª ed.; P.U.F., 1951.

LEWICKI, P. (1986) *Nonconscious social information processing.* Orlando: Academic Press.

LEWIS, M.W. y ANDERSON, J.R. (1985) Discrimination of operator schemata in problem solving: learning from examples. *Cognitive psychology*, 17, 26-65.

LIEURY, A. (1981) *Les procédés mnemotechniques.* Trad. cast. de Diorki: *Los métodos mnemotécnicos.* Barcelona: Herder, 1985.

LOGUE, A.W. (1985a) The origins of behaviorism: antecedents and proclamation. En: C.E. Buxton (Ed.) *Points of view in the modern history of psychology.* Orlando: Academic Press.

LOGUE, A.W. (1985b) The growth of behaviorism: controversy and diversity. En: C.E. Buxton (Ed.) *Points of view in the modern history of psychology.* Orlando: Academic Press.

LOLORDO, V.M. (1979) Selective association. En: A. Dickinson y R.A. Boakes (Eds.) *Mechanisms of learning and motivation.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

LORENZ, K. (1965) *Evolution and modification of behavior.* Chicago: Chicago University Press. Trad. cast. de C. Gerhard: *Evolución y modificación de conducta.* México: Siglo XXI, 1971.

LUCCIO, R. (1982) La psicologia cognitivista. En: P. Legrenzi (Ed.) *Storia della psicologia.* Bolonia: Ed. Il Mulino. Trad. cast. de J. Llopis: *Historia de la psicología.* Barcelona: Herder, 1986.

LURIA, A.R. (1979) *The making of mind. A personal account of soviet psychology.* Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

MACKENZIE, B.D. (1977) *Behaviorism and the limits of scientific method.* Atlantic Highlands: Humanities Press. Trad. cast. de A.S. Marañón: *El behaviorismo y los límites del método científico.* Bilbao: Desclée de Brouwer, 1982.

MACKINTOSH, N.J. (1964) Overtraining and transfer within and between dimensions in the rat. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16, 250-256.

MACKINTOSH, N.J. (1973) Stimulus selection: learning to ignore stimule that predict no change in reinforcement. En: R.A. Hinde y J. Stevenson-Hinde (Eds.) *Constraints on learning.* N. York: Academic Press.

MACKINTOSH, N.J. (1983) *Conditioning and associative learning.* N. York: Oxford University Press. Trad. cast. de M.V. Chamizo: *Condicionamiento y aprendizaje asociativo.* Madrid: Alhambra, 1987.

MACKINTOSH, N.J. (1985) Contextual specificity or state dependency of human and animal learning. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds.) *Perspectives on learning and memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

MACKINTOSH, N.J. (1986) Tolman and modern conditioning theory. *British Journal of Psychology*, 77, 517-523.

MACKINTOSH, N.J y LITTLE, L.(1969) Intradimensional and extradimensional shift learning by pigeons. *Psychonomic Science*, 14, 5-6.

MAHONEY, M.J. (1974) *Cognition and behavior modification.* Cambridge, Ma.: Ballinger. Trad. cast. de A. Ardila: *Cognición y modificación de conducta.* México: Trillas, 1983.

MAHONEY, M.J. (1985) Psychotherapy and processes of human change. En: M.J. Mahoney y A. Freeman (Eds.) *Cognition and psychotherapy.* N. York: Plenum Press. Trad. cast. de I. Caro: *Cognición y psicoterapia.* Barcelona: Paidos, 1988.

MAHONEY, M.J. y FREEMAN, A. (Eds.) (1985) *Cognition and psychotherapy.* N. York: Plenum Press. Trad. cast. de I. Caro: *Cognición y psicoterapia.* Barcelona: Paidos, 1988.

MANDLER, G. (1985) *Cognitive psychology: an essay in cognitive science.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

MARCEL, A. (1983) Conscious and unconscious perception: an approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive psychology*, 15, 238-300.

MARCHESI, A.; PALACIOS, J. y CARRETERO, M. (1983) Psicología evolutiva: problemas y perspectivas. En: A. Marchesi; M. Carretero y J. Palacios (Eds.) *Psicología evolutiva 1. Teorías y métodos.* Madrid: Alianza.

MARTIN, J. (1984) Towards a cognitive schemata theory of self-instruction. *Instructional Science*, 13, 159-180.

MARTIN CORDERO, J.I. (1986) ¿Es Fodor un sistema encapsulado informativamente?. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 41(5), *1003-1016.*

MARX, M. (Ed.) *(1969) Learning: processes.* N. York: Macmillan. Trad. cast. de P. Speller: *Procesos de Aprendizaje*. México: Trillas, 1977.

MARX, M.H. y HILLIS, W.A. (1979) *Systems and theories in psychology.* 3th ed. N. York: McGraw Hill. Trad. cast. de E. Butelman: *Sistemas y teorías psicológicos contemporáneos*. Buenos Aires: Paidos, 1983.

MAYER, R.E. (1981) *The promise of cognitive psychology.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de A. Maldonado: *El futuro de la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza, 1985.

MAYER, R.E. (1983) *Thinking, problem solving, cognition.* N. York: Freeman. Trad. cast. de G. Baravalle: *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidos, 1986.

MAYOR, J. (1980) Orientaciones y problemas de la psicología cognitiva. *Análisis, Modificación de conducta*, 6, 213-278.

MAYOR, J. y LABRADOR, F.J. (Eds.) (1984) *Manual de modificación de conducta.* Madrid: Alhambra.

McCAULEY, R.N. (1987) The role of theories in a theory of concepts. En: U. Neisser (Ed.) *Concepts and conceptual development.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

McCLELLAND, J.L.; RUMELHART, D.E. y grupo PDP (1986) *Parallel distributed processing. Explorations in the microstructure of cognition. Volumen 2.* Cambridge, Ma.: Bradford Books.

McDERMOTT, L.C. (1984) An overview of research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, 7-24.

MEDIN, D.L. (1976) Theories of discrimination learning and learning set. En: K.W. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

MEDIN, D.L. y SCHAFFER, M.M. (1978) Context theory of classification learning. *Psychological Review*, 85, 207-238.

MEDIN, D.L. y SMITH, E.E. (1984) Concepts and concept formation. *Annual Review of Psychology*, 35, 113-138.

MERVIS, C.B. (1987) Child-basic object categories and early lexical development.En: U.Neisser (ed.) *Concepts and conceptual development.* Cambridge: Cambridge University Press.

MERVIS, C.B. y ROSCH, E. (1981) Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32, 89-115.

MICHALSKI, R.S.; CARBONELL, J.G. y MITCHELL, T.M. (Eds.) (1986) *Machine learning: an artificial intelligence approach. Vol. 2.* Los Altos, Calif.: Kaufmam.

MILLER, G.A. (1956) The magical number seven, plus o minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97. Trad. cast. en M.V. Sebastián (Ed.) *Lecturas de psicología de la memoria.* Madrid: Alianza, 1983.

MILLER, G.A.; GALLANTER, E. y PRIBRAM, K.H. (1960) *Plans and the structure of behavior.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press. Trad. cast: *Planes y estructura de la conducta*. Madrid: Debate, 1985.

MILLER, G.A. y JOHNSON-LAIRD, P.N. (1976) *Language and perception.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press.

MILLER, J. (Comp.) (1983) *States of mind.* Londres: BBC. Trad. cast. de S. Fernández: *Los molinos de la mente*. México: F.C.E., 1985.

MILLWARD, R.B. (1980) Models of concept formation. En: R.E. Snow; P.A. Federico y W.E. Montague (Eds.) *Aptitude, learning and instruction.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

MINSKY, M.L. (1968) *Semantic information processing.* Cambridge, Ma.: The MIT Press.

MINSKY, M. (1975) A framework for representing knowledge. En: P.H. Winston (Ed.) *The psychology of computer vision.* N. York: McGraw-Hill.

MISCHEL, T. (1971) *Cognitive development and epistemology.* Londres: Academic Press.

MITCHELL, T.M.; CARBONELL, J.G. y MICHALSKI, R.S. (Eds.) (1986) *Machine learning. A guide to current research.* Boston: Kluner.

MODGIL, S. y MODGIL, C. (Eds.)(1987) *B.F. Skinner: consensus and controversy*. Chicago: Falmer Press.

MOREIRA, M. y NOVAK, J.D. (1988) Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 3-18.

MORENO, A. (1989) *Perspectivas psicológicas sobre la conciencia*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma

MORENO, M (1988) Imaginación y ciencia. En: M. Moreno (Ed). *Ciencia, aprendizaje y comunicación*, Barcelona: Laia.

MUMPOWER, J. L.; PHILLIPS, L.D.; RENN, O, y UPPULURI, V. (Eds). *Expert judgment and expert systems*. Berlin: Springer-Verlag.

MURPHY, G.L. y MEDIN, D.L. (1985) The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92, 289-316.

MURPHY, G.L. y WRIGHT, J.C. (1984) Changes in conceptual structure with expertise: differences between real-world experts and novices. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10, 144-155.

MURRAY, F.B. (1983) Equilibration as cognitive conflict. *Developmental Review*, 3, 54-61.

NECHES, R.; LANGLEY, P. y KLAHR, D. (1987) Learning, development and production systems. En: D. Klahr; P. Langley y R. Neches (Eds.): *Production system models of learning and development*. Cambridge, Ma.: The MIT Press.

NEIMARK, E. (1983) There is one classification system with a long developmental history. En: E.K. Scholnick (Ed.) *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NEISSER, U. (1967) *Cognitive psychology*. N. York: Meredith. Trad. cast. de S. Mercado: *Psicología cognoscitiva*. México: Trillas, 1976.

NEISSER, U. (1976) *Cognition and reality*. N. York: Freeman. Trad. cast. y presentación de M. Ato: *Procesos cognitivos y realidad*. Madrid: Marova, 1981.

NEISSER, U. (Ed.) (1987a) *Concepts and conceptual development*. Cambridge: Cambridge University Press.

NEISSER, U. (1987b) From direct perception to conceptual structure. En: U. Neisser (Ed.) *Concepts and conceptual development*. Cambridge: Cambridge University Press.

NELSON, K. (1978) How children represent knowledge of their world in and out of language. En: R. Siegler (Ed.) *Children's thinking: what develops?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NELSON, K. (1981) Social cognition in a script framework. En: J.H. Flavell y L. Ross (Eds.) *Social cognitive development*. N. York: Cambridge University Press.

NELSON, K. (1983) The derivation of concepts and categories from event representations. En: E. Scholnick (Ed.) *New directions in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NEVES, D.M. y ANDERSON, J.R.(1981) Knowledge compilation: mechanisms for the automatization of cognitive skills. En: J.R. Anderson (Ed.) *Cognitive Skills and their acquisition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NEWELL, A.(1980) Reasoning, problem solving and decision processes: the problem space as fundamental category. En: R.S. Nickerson (Ed.) *Attention and performance* VIII. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NEWELL, A. (1985) Duncker on thinking. An inquiry into progress in cognition. En: S. Koch y J..E. Leary (Eds.) *A century of psychology in science*. Nueva York: McGraw-Hill.

NEWELL, A. y ROSENBLOOM, P. (1981) Mechanisms of skill acquisition and the law of the practice. En: J.R. Anderson (Ed.) *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NEWELL, A.; SHAW, J.C. y SIMON, H.A. (1958) Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151-166.

NEWELL, A. y SIMON, H.A. (1972) *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

NILSSON, L.G. y ARCHER, T. (Eds.)(1985) *Perspectives on learning and memory*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NISBETT, R. y ROSS, L. (1980) *Human inference: strategies and shortcomings of social judgment*. N. Jersey: Prentice-Hall.

NORMAN, D.A. (1976) Biography. En: R.I. Evans (Ed.) *The making of psychology.* N. York: Knopf.

NORMAN, D.A. (1978) Notes toward a theory of complex learning. En: A.M. Lesgold; J.W. Pellegrino; S.D. Fokkema y R. Glaser (Eds.) *Cognitive Psychology and Instruction.* New York: Plenum Press.

NORMAN, D.A. (1980) Discussion: Teaching, learning and the representation of knowledge. En: R.E. Snow; P.A. Federico y W.E. Montague (Eds.) *Aptitude learning and instruction.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

NORMAN, D.A. (1981) Twelve issues for cognitive science. En: D.A. Norman (Ed.) *Perspectives on cognitive science.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast.: *Perspectivas en la ciencia cognitiva.* Barcelona: Paidos, 1987.

NORMAN, D.A. (1982) *Learning and memory.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de M.V. Sebastián y T. del Amo: *El aprendizaje y la memoria.* Madrid: Alianza, 1985.

NORMAN, D.A. (1986) Reflections on cognition and parallel distributed processing. En: J.L. McClelland, D.E. Rumelhart y grupo PDP: *Parallel distributed processing.* Vol. 2. Cambridge, Ma.: Bradford Books.

NORMAN, D.A.; RUMELHART, D.E. y grupo LNR (1975) *Explorations in cognition.* San Francisco: Freeman.

NOVAK, J.D. (1977) *A theory of education.* Cornell: Cornell University Press. Trad. cast. de C. del Barrio y C. González: *Teoría y práctica de la educación.* Madrid: Alianza, 1982.

NOVAK, J.D. (1985) Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn. En: L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.) *Cognitive structure and conceptual change.* Orlando: Academic Press.

NOVAK, J.D. y GOWIN, B.D. (1984) *Learning how to learn.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press Trad. cast. de J.M. Campanario y E. Campanario: *Aprendiendo a aprender.* Barcelona: Martínez Roca, 1988.

NUSSBAUM, J. y NOVICK, S. (1982) Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200.

O'DONNELL, J. (1985) *The origins of behaviorism.* N. York: New York University Press.

OSBORNE, R.J. y FREYBERG, P. (Eds.) (1985) *Learning in science: the implications of 'children's science'.* N. Zelanda: Heinemann Educational.

OSBORNE, R.J. y WITTROCK, M.C. (1983) Learning science: a generative process. *Science Education*, 67, 489-508.

OSGOOD, C. E. (1953) *Method and theory in experimental psychology.* N. York: Oxford.

OSGOOD, C.E. (1986) *Conducta y comunicación.* (Ed. a cargo de J. Sainz). Madrid: Taurus Comunicación.

OSHERSON, D.N. y SMITH, E.E. (1981) On the adequacy of prototype theory as a theory of concepts. *Cognition*, 9, 35-58.

OVERTON, W.F. (1984) World views and their influence on psychological theory and research: Kuhn-Lakatos-Laudan. En: H.W. Reese (Ed.) *Advances in child development and behavior. Vol. 18.* N. York: Academic Press.

OVERTON, W.F. y REES, H.W. (1973) Models of development: methodological implications. En: J. Nesselroade y H. Reese (Eds.) *Life-span developmental psychology: methodological issues.* N. York: Academic Press.

PALACIOS, J. (1987) Reflexiones en torno a las implicaciones educativas de la obra de Vygotski. En: M. Siguán (Ed.) *Actualidad de Lev S. Vygotski.* Barcelona: Anthropos.

PALMER, S.E. y KIMCHI, R. (1986) The information processing approach to cognition. En: T.J. Knapp y L.C. Robertson (Eds.) *Approaches to cognition: contrasts and controversies.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

PASCUAL-LEONE, J. (1980) Constructive problems for constructive theories: the current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology. En: R. Kluwe y H. Spada (Eds.) *Developmental models of thinking.* N.Y.: Academic Press. Trad. cast. de J.I. Pozo en: M. Carretero y J. García Madruga (Eds.) *Lecturas de psicología del pensamiento.* Madrid: Alianza, 1984.

PASCUAL-LEONE, J. y GOODMAN, D. (1979) Intelligence and experience: a neopiagetian approach. *Instructional Science*, 8(4), 301-367.

PEIRCE, C. (1931-35) *Collected papers.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

PERAITA, H. (1988) *La representación del mundo en el niño de E.G.B.* Madrid: C.I.D.E.

PEREZ ECHEVERRIA, M.P. (1988) *Razonamiento probabilístico y correlacional: influencia de teorías previas y de datos.* Tesis doctoral inédita. Madrid: Universidad Autónoma.

PEREZ ECHEVERRIA, M.P. (1989) Papel de las teorías previas en los juicios correlacionales. Cognitiva, 4.

PEREZ ECHEVERRIA, M.P. y CARRETERO, M. (en prensa) Papel de la instrucción en la solución de problemas de correlación. *Estudios de psicología.*

PEREZ GOMEZ, A. y ALMARAZ, J. (Eds.) (1981) *Lecturas de aprendizaje y enseñanza.* Madrid: Zero.

PEREZ PEREIRA, M. (1987) Vygotski y la psicología dialéctica. En: M. Siguán (Ed.) *Actualidad de Lev S. Vygotski.* Barcelona: Anthropos.

PERINAT, A. (Ed.) (1986) *La comunicación preverbal.* Barcelona: Avesta.

PIAGET, J. (1927) *La causalité physique chez l'enfant.* París: Alcan. Trad. cast. de J. Comas: *La causalidad física en el niño.* Madrid: Espasa Calpe, 1934.

PIAGET, J. (1936) *La naissance de l'intelligence chez l'enfant.* París: Delachaux et Niestié. Trad. cast. de L. Fernández. *El nacimiento de la inteligencia en el niño.* Madrid: Aguilar, 1972.

PIAGET, J. (1946) *Le développement de la notion du temps chez l¨enfant.* Paris: P.U.F. Trad. cast. de V.M. Suárez y J.J. Utrilla: *El desarrollo de la noción de tiempo en el niño.* México: F.C.E., 1978.

PIAGET, J. (1959) Apprentissage et connaissance. En: P. Greco y J. Piaget (Eds.) *Apprentissage et connaissance.* París: P.U.F.

PIAGET, J. (1962) Comentarios sobre las observaciones críticas de Vygotski. Apéndice a la ed. inglesa de L.S. Vygotski: *Pensamiento y lenguaje.* Buenos Aires: La Pléyade, 1977.

PIAGET, J. (1967) *Biologie et connaissance.* Paris: Galllimard. Trad. cast. de F. González: *Biología y conocimiento.* México D.F.: Siglo XXI, 1969.

PIAGET, J. (1970) Piaget's theory. En: P.H. Mussen (Ed.) *Carmichael's manual of child psychology.* N. York: Wiley. Trad. cast. de M. Serigos en *Monografía de Infancia y Aprendizaje*, 1981, 2, 13-54.

PIAGET, J. (1971) Causalité et operations. En: J. Piaget y R. García *Les explications causales.* París: P.U.F. Trad. cast. de E.R. Póliza: *Las explicaciones causales.* Barcelona: Barral, 1973.

PIAGET, J. (1974a) *La prise de conscience.* París: P.U.F. Trad. cast. de L. Hernández: *La toma de conciencia.* Madrid: Morata, 1976.

PIAGET, J. (1974b) *Réussir et comprendre.* París: P.U.F.

PIAGET, J. (1975) *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement.* París: P.U.F. Trad. cast. de E. Bustos. *La equilibración de las estructuras cognitivas.* Madrid: Siglo XXI, 1978.

PIAGET, J. (1977) *Recherches sur l'abstraction réfléchissante.* (2 Vols.). París: P.U.F. Trad. cast. de A. Eutel: *Investigaciones sobre la abstracción reflexionante.* Buenos Aires: Huemul, 1979.

PIAGET, J. (1979) La psychogènese des connaissances et sa signification épistémologique. En: M. Piatelli-Palmarini (Ed.) *Théories du langage, théories de l'apprentissage.* París: Ed. du Seuil. Trad. cast. de S. Furió: *Teorías del lenguaje, teorías del aprendizaje.* Barcelona: Crítica, 1983.

PIAGET, J. y GARCIA, R. (1971) *Les explications causales.* París: P.U.F. Trad. cast. de Elena R. Póliza: *Las explicaciones causales.* Barcelona: Barral, 1973.

PIAGET, J. y GARCIA, R. (1983) *Psychogènese et histoire des sciences.* París: P.U.F. Trad. cast. de P. Piñero: *Psicogénesis e historia de la ciencia.* México: Siglo XXI, 1983.

PIAGET, J. e INHELDER, B. (1941) *Le développement des quantités chez l¨enfant.* Neuchatel: Delachaux et Niestlé. Trad. cast. de G. Sastre: *El desarrollo de las cantidades en el niño.* Barcelona: Gedisa, 1983.

PIATELLI-PALMARINI, M. (Ed.) *(1979) Théories du langage, théories de l'apprentissage.* París: Ed. du Senin. Trad. cast. de S. Furió *Teorías del lenguaje, teorías del aprendizaje.* Barcelona: Crítica, 1983.

PINILLOS, J.L. (1980) Observaciones sobre la psicología científica. *Análisis y modificación de conducta*, 11-12, 537-590.

PINILLOS, J.L. (1983) *La psicología y el hombre de hoy.* México: Trillas.
PISKOPPEL, A.A. (1985) The period of inception in the study of the process of scientific creativity (based on "Darwin's concept of the origin of the species"). *Soviet Psychology*, 23(4), *3-23.*
POPPER, K.R. (1959) *The logic of scientific discovery.* Londres: Hutchinson. Trad. cast. de V. Sánchez de Zavala: *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1972.
POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982) Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), *211-227.*
POSNER, M.I. (1969) Abstraction and the process of recognition. En: G. Bower y J.T. Spence (Eds.) *The psychology of learning and motivation. vol 3.* N. York: Academic Press.
POSNER, M.I. (1978) *Chronometric explorations of mind.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
POSNER, M.I. y KEELE, S.W. (1968) On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology, 77* (3), 353-363.
POSNER, M.I. y SHULMAN, G.L. (1979) Cognitive science. En: E. Hearst (Ed.) *The first century of experimental psychology.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
POSTMAN, L. (1976) Methodology of human learning. En: W.K. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes. Vol. 3.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
POSTMAN, N. y WEINGARTNER, C. (1971) *Teaching as a subversive activity.* Harmondsworth: Penguin. Trad. cast. de R. Ribé: *La enseñanza como actividad crítica.* Barcelona: Fontanella.
POZO J.I. (1987a) *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal.* Madrid: Visor.
POZO, J.I.(1987b) Pensamiento causal: un cemento para los ladrillos del conocimiento. *Boletín de Psicología*, 14, 45-77.
POZO, J.I. (1987c) La Historia se repite: las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y aprendizaje*, 38, 69-87.
POZO, J.I. (1988a) Razonamiento y formación de esquemas causales. *Cognitiva*, 1 (2), 153-170.
POZO, J.I. (1988 b) De las tormentosas relaciones entre forma y contenido en el pensamiento: crónica de un romance anunciado. *Estudios de Psicología.*, 35, 117-135.
POZO, J.I.; ASENSIO, M. y CARRETERO, M. (1986) ¿Por qué prospera un país? Un análisis cognitivo de las explicaciones en historia. *Infancia y Aprendizaje*, 34, 23-41.
POZO, J.I. y CARRETERO, M. (1983) El adolescente como historiador. *Infancia y Aprendizaje*, 23, 75-90.
POZO, J.I. y CARRETERO, M. (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
POZO, J.I. y CARRETERO, M (1989) Las explicaciones causales de expertos y novatos en Historia. En: M. Carretero; J.I. Pozo y M. Asensio (Eds.) *La enseñanza de las ciencias sociales.* Madrid: Visor.
PUTNAM, H. (1975) *Mind, language and reality: Philosophical papers. vol. 2.* Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
PYLYSHYN, Z. (1984) *Computation and cognition.* Cambridge, Ma.: Bradford Books. Trad. cast.: *Computación y cognición.* Madrid: Debate, 1988.
PYLYSHYN, Z. y DEMOPOULOS, W. (Eds.) *(1986) Meaning and cognitive structure.* Norwood, N.J.: Ablex.
QUINE, R. (1960) *Word and object.* Cambridge, Mass.: MIT Press.
RACHLIN, H. (1970) *Behavior and learning.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de A. Remesar: *Comportamiento y aprendizaje*. Barcelona: Omega, 1982.
RACHLIN, H. (1976) *Introduction to modern behaviorism. 2ª ed.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de F. Pabón y V. García-Hoz: *Introducción al conductismo moderno.* Madrid: Debate, 1977.
RACHLIN, H. (1986) Temporal molarity in Behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 9(4), *711-712.*
RADZIKHOVSKII, L.A. (1987) Activity, structure, genesis and unit of analysis. *Soviet Psychology*, 25 (4), *82-98.*
RAHMANI, L. (1973) *Soviet psychology.* N. York: International University Press.
RAIMY, V.E. (1985) Misconceptions and cognitive therapies. En: M.J. Mahoney y A. Freeman (Eds.) *Cognition and psychotherapy.* N. York: Plenum Press. Trad. cast. de I. Caro: *Cognición y psicoterapia*. Barcelona: Paidos, 1988.
REED, S.K. (1972) Pattern recognition and categorization *Cognitive Psychology*, 3, 382-407.

REITMAN, J.S. (1974) Without subreptitious rehearsal information in short-term memory decays. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior,* 13, 365-377.

RESCORLA, R.A. (1968) Probability of shock in the presence and absence of CS in fear conditioning. *Journal of Comparative and physiological psychology*, 66, 1-5. Trad. cast. en L. Aguado (Ed.) *Lecturas sobre aprendizaje animal.* Madrid: Debate, 1984.

RESCORLA, R.A. (1980) *Pawlovian second-order conditioning: studies in associative learning.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RESCORLA, R.A. (1985) Associationism in animal learning. En: L.G. Nilsson y T. Archer (Eds.) *Perspectives on learning and memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RESCORLA, R.A. (1987) A pawlovian anaysis of goal-directed behavior. *American Psychologist*, 42(2), *119-129.*

RESNICK, L.B. (1983) Toward a cognitive theory of instruction. En: S.G. París; G.M. Olson y H.W. Stevenson (Eds.) *Learning and motivation in the classroom.* Hillsdale: Erlbaum.

RESTLE, F. (1955) A theory of discrimination learning. *Psychological Review*, 62, 11-19.

REVUSKY, S. (1985) The general process approach to animal learning. En: T.D. Johnston y A.T. Pietrewicz (Eds.) *Issues in the ecological study of learning.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

REY, G. (1983) Concepts and stereotypes. *Cognition*, 15, 237-262.

RIBES, E. (1982) *El conductismo: reflexiones críticas.* Barcelona: Fontanella.

RIBES, E. y LOPEZ VALADEZ (1985) *Teoría de la conducta.* México, D.F.: Trillas.

RICHARDS, D.D. y GOLDFARB, J. (1986) The episodic memory model of conceptual development: and integrative viewpoint. *Cognitive development*, 1(3)

RICHARDSON, K. y BHAVNANI, K.K. (1984) How a concept is formed: prototype or contingency abstraction? *British Journal of Psychology*, 75, 507-519.

RICHARDSON, K. y BHAVNANI, K.K. (1987) Why we need a contingency model: a reply to Abdi. *British Journal of Psychology*, 78, 127-129.

RICHELLE, M. (1982) Peurs et espoirs pour la psychologie à l'anée 2000. En: P. Fraisse (Ed.) *Psychologie de demain.* Paris: P.U.F. Trad. cast. de M. Olasagasti y A. Guera: *El porvenir de la psicología.* Madrid: Morata, 1985.

RILEY, D.A.; BROWN, N. y YOERG, S.I. (1986) Understanding animal cognition. En: T.J. Knapp y L. Robertson (Eds.) *Approaches to cognition: contrasts and controversies.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RIPS, L.J; SHOBEN, E.J. y SMITH, E.E. (1973) Semantic distance and the verification of semantic relations. *Journal of Verbal Learniung and Verbal Behavior*, 12, 1-20.

RIVIERE, A. (1983) Interacción y símbolo en autistas. *Infancia y Aprendizaje*, 22,3-25.

RIVIERE, A. (1985) *La psicología de Vygotski.* Madrid: Visor.

RIVIERE, A. (1987) *El sujeto de la psicología cognitiva.* Madrid: Alianza.

RIVIERE, A. y COLL, C. (1986) *Individuación e interacción en el sensorio-motor.* Ponencia presentada en la reunión de la A.P.L.F., Lisboa.

ROBACK, A.A. (1923) *Behaviorism and psychology.* Cambridge, Mass.: University Bookstore.

ROBERTSON, L.C. (1986) From Gestalt to neo-Gestalt. En: T.J. Knapp y L.C. Robertson (Eds.) *Approaches to cognition: contrasts and controversies.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROBINSON, D. N. (1981) *An intellectual history of psychology.* N. York: Macmillan.

ROBINSON, D.N. (1986) Cognitive psychology and the philosophy of mind. En: T.J. Knapp y L.C. Robertson (Eds.) *Approaches to cognition: constrasts and controversies.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROEDIGER, H.L. (1980) Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory & Cognition*, 8, 231-246.

ROGERS, C. (1982) *A social psychology of schooling.* Londres: Routledge & Kegan Paul. Trad. cast. de M.P. Pérez Echeverría y J.I. Pozo: *Psicología social de la enseñanza.* Madrid: Visor/M.E.C.

ROITBLAT, H.L. (1987) *Introduction to comparative cognition.* N. York: Freeman.

ROITBLAT, H.L.; BEVER, T. y TERRACE, H.S. (Eds.) (1984) *Animal cognition.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROSCH, E. (1973a) Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.

ROSCH, E. (1973b) On the internal structure of perceptual and semantic categories. En: T.E. Moore (Ed.) *Cognitive development and the acquisition of language.* N. York: Academic Press.

ROSCH, E. (1975) Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*: General, 104, 192-223.

ROSCH, E. (1977) Classification of real-world objects: origins and representations in cognition. En: P.N. Johnson-Laird y P.C. Wason (Eds.) *Thinking: readings in cognitive science.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press.

ROSCH, E. (1978) Principles of categorization. En: E. Rosch y B. Lloyd (Eds.) *Cognition and categorization.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROSCH, E. (1983) Prototype and logical classification: the two systems. En: E.K. Scholnick (Ed.) *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROSCH, E. y LLOYD, B.B. (Eds.) (1978) *Cognition and categorization.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

ROSCH, E.; MERVIS, C.; GRAY, W.; JOHNSON, D. y BOYES-BRAEM, P. (1976) Basic objects in natural categories. *Cognitive psychology,* 3, 382-439.

ROSENBLOOM, P. y NEWELL, A. (1987) Learning by chunking: a production system model of practice. En: D. Klahr, P. Langley y R. Neches (Eds.) *Production system models of learning and development.* Cambridge, Ma.: The MIT Press.

ROSENTHAL, T.L. y ZIMMERMAN, B.J. (1978) *Social learning and cognition.* N. York: Academic Press.

ROTHBLAT, L.A. y WILSON, W.A. (1968) Intradimensional shifts in the monkey within and across sensory modalities. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 549-553.

ROWELL, J.A. (1983) Equilibration: developing the hard core of the piagetian research program. *Human Development*, 26, 61-71.

ROZEBOOM, W.W. (1970) The art of metascience III. En J. Royce (Ed.) *Toward unification in Psychology.* Toronto: University of Toronto Press.

ROZEBOOM, W.W. (1986) Average behaviorism is unedifying. *Behavioral and Brain Sciences*, 9(4), 712-714.

RUIZ VARGAS, J. y BOTELLA, J. (1981) Limitaciones de procesamiento y selectividad atencional. *Estudios de psicología*, 7, 80-41.

RUIZ VARGAS, J.M. y BOTELLA, J. (1987) Atención. En: J.M. Ruíz Vargas (Ed.). *Esquizofrenia: un enfoque cognitivo*. Madrid: Alianza.

RUMELHART, D.E. (1981) Schemata: the building blocks of cognition. En: R. Spiro, B. Bruce y W. Brewer (Eds.) *Theoretical issues in reading comprehension.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RUMELHART, D.E. (1984) Schemata and the cognitive system. En: R.S. Wyer y T.K. Skrull (Eds.) *Handbook of social cognition. Vol. 1.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RUMELHART, D.E.; McCLELLAND, J.L. y grupo PDP (1986) *Parallel distributed processing. Explorations in the microstructure of cognition. Vol. 1.* Cambridge, Ma.: Bradford Books.

RUMELHART, D.E. y NORMAN, D.A. (1978) Accretion, tuning and restructuring: three modes of learning. En: J.W. Cotton y R. Klatzky (Eds.) *Semantics factors in cognition.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RUMELHART, D.E. y NORMAN, D.A. (1981) Analogical processes in learning. En: J.R. Anderson (Ed.) *Cognitive skills and their acquisition.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

RUMELHART, D.E. y ORTONY, A. (1977) The representation of knowledge in memory. En: A.C. Anderson, R.J. Spiro y W.E. Montague (Eds.) *Schooling and the acquisition of knowledge.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast. de E. Rubí y S. Tarrat en *Infancia y Aprendizaje*, 1982, 19/20, 115-158.

RUMELHART, D.E. y ZIPSER, D. (1985) Feature discovery by competitive learning. *Cognitive Science,* 9, 75-112.

RUSSELL, B. (1927) *An outline of philosophy.* Londres: Allen & Unwin.

RUSSELL, J. (1978) *The acquisition of knowledge.* Hong-Kong: Macmillan

RUSSELL, J. (1984) *Explaining mental life. Some philosophical issues in psychology.* Londres: Macmillan.

RYLE, G. (1949) *The concept of mind.* N. York: Penguin Books.

SAHAKIAN, W.S. (1977) *Learning: systems, models and theories. 2ª ed.*. Rand MacNally College Publishers Company. Trad. cast. de A. M. Meneses: *Aprendizaje: sistemas, modelos y teorías*. Madrid: Anaya, 1980.

SALTIEL, E. y VIENNOT, L. (1985) ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), *137-144.*

SALTZ, E. (1971) *The cognitive bases of human learning.* Homenwood, Ill.: Dorsey Press.

SCHANK, R.C. (1982) *Dynamic memory.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press.

SCHANK, R.C. y ABELSON, R.P. (1977) *Scripts, plans, goals and understanding.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast. de E. Gilboy y J. Zanón: *Guiones, planes, metas y entendimiento.* Barcelona: Paidos, 1987.

SCHANK, R.C.; COLLINS, G.C. y HUNTER, L.E. (1986) Trascending Inductive category formation in learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 9, 639-686.

SCHOLNICK, E.K. (Ed.) *(1983) New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?.* Hillsdale, N.J.: Eribaum.

SEARLE, J. (1980) Mind, brain and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 417-457.

SEARLE, J. (1984) *Minds, brains and science.* Trad. cast. de L. Valdés: *Mentes, cerebros y ciencia.* Madrid: Cátedra, 1985.

SEBASTIAN, M.V. (1983) (Ed.) *Lecturas de psicología de la memoria.* Madrid: Alianza.

SELIGMAN, M.E.P. (1970) On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77, 406-418. Trad. cast. en L. Aguado (Ed.) *Lecturas sobre el aprendizaje animal.* Madrid: Debate, 1984.

SELIGMAN, M.E.P. (1975) *Helplesness.* San Francisco: Freeman. Trad. cast. de L. Aguado: *Indefensión aprendida*. Madrid: Debate, 1981.

SEOANE, J. (1982a) Psicología cognitiva y psicología del conocimiento. *Boletín de Psicología*, 1, 25-43.

SEOANE, J. (1982b) Panorama actual de la psicología científica. En: *Actas del I Congreso de Teoría y Metodología de las Ciencias*. Oviedo: Pentalfa.

SEOANE, J. (1985) Conocimiento y representación social. En: J. Mayor (Ed.) *Actividad humana y procesos cognitivos.* Madrid: Alhambra.

SHANKS, D.R. (1985) Forward and backward blocking in human contingency judgment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 378, 1-21.

SHANNON, C. (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 28, 379-432. Trad. cast. en parte en *Lenguaje y Psiquiatría*. Madrid: Fundamentos, 1973.

SHIFFRIN, R.M. y SCHNEIDER, W. (1977) Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.

SHIFFRIN, R.M. y SCHNEIDER, W. (1984) Automatic and controlled aprocessing revisited. *Psychological Review*, 91(2), *269-276.*

SHUELL, T.J. (1986) Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56(4), 411-436.

SIEGLER, R.S. y KLAHR, D. (1982) When do children learn? The relationship between existing knowledge and the acquisition of new knowledge. En: R. Glaser (Ed.) *Advances in instructional psychology. Vol. 2.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

SIERRA, B. (1985) *Inducción y transferencia analógica de esquemas en el procesamiento humano de información.* Tesis doctoral inédita. Madrid: Universidad Autónoma.

SIERRA, B. (1986) Inducción y transferencia analógica de esquemas. *Conocimiento y acción*, 1, 23-60.

SIERRA, B. y FROUFE, M. (1987) Incidencia de las representaciones gráficas en la solución de problemas por analogía. *Estudios de Psicología*, 29/30, 31-44.

SIGEL, I.E. (1981) Child development research in learning and cognition in the 1980s: Continuities and discontinuities from the 1970s. *Merril-Palmer Quarterly*, 27, 347-384.

SIGEL, I.E. (1983) Is the concept of the concept still elusive or what do we know about concept deve-

lopment? En: E.K. Scholnick (Ed.) *New trends in conceptual representation: challenges to Piaget's theory?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

SIGUAN, M. (Ed.) (1987) *Actualidad de Lev S. Vygotski*. Barcelona: Anthropos.

SIMON, D.P. y SIMON, H.A. (1978) Individual differences in solving physics problems. En: R. Siegler (ed.) *Children's thinking: what develops?* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

SIMON, H.A. (1972) On the development of processor. En: S. Farnham-Diggory (Ed.) *Information processing in children.* Nueva York: Academic Press.

SIMON, H.A. (1973) *Sciences of the artificial.* Cambridge, Ma.: The MIT Press.. Trad. cast. de F. Gironella: *Las ciencias de lo artificial.* Barcelona: A.T.E., 1979.

SIMON, H.A. (1978) Information-processing theory of human problem-solving. En: K.W. Estes (Ed.) *Handbook of Learning and cognitive processes. Vol. 5.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum. Trad. cast. de A. Moreno en: M. Carretero y J.A. García Madruga (Eds.) *Lecturas de Psicología del Pensamiento.* Madrid: Alianza, 1984.

SIMON, H.A. (1980) Biography. En: G. Lindzey (Ed.) *A history of psychology in autobiography. (Vol. III).* San Francisco: Freeman.

SKINNER, B.F. (1953) *Science and human behavior.* N. York: Macmillan. Trad. cast. de M.J. Gallofre: *Ciencia y conducta humana.* Barcelona: Fontanella, 1969.

SKINNER, B.F. (1957) *Verbal behavior.* N. York: Century. Trad. cast. *Conducta verbal.* México: Trillas, 1985.

SKINNER, B.F. (1963) Behaviorism at fifty. *Science*, 140, 951-958.

SKINNER, B.F. (1978) Why I am not a cognitive psychologist?. En: *Reflections on behaviorism and society.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. Trad. cast. de A. Fernández en: A. Pérez Gómez y J. Almaraz (Eds.) *Lecturas de aprendizaje y enseñanza.* Madrid: Zero, 1981.

SKINNER, B.F. (1981) Selection by consequences. *Science*, 213, 501-504.

SKINNER, B.F. (1983) *A matter of consequences.* N. York: Knopff.

SKINNER, B.F. (1984) Canonical papers. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(4), *473-724.*

SKINNER, B.F. (1985) Cognitive science and behaviorism. *British Journal of Psychology*. 76, 291-301.

SLAMECKA, N.J. (1985) Ebbinghaus: some association. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and cognition*, 11(3), *414-435.*

SMITH, E.E. y MEDIN, D. (1981) *Concepts and categories.* Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

SMITH, E.E. y OSHERSON, D. (1984) Conceptual combination with prototype concepts. *Cognitive science*, 8, 337-361.

SNYDER, M. (1981) Seek, and you/shall find: testing hypotheses about other people. En: E.T. Higgins; C.P. Herman y M.P. Zanna (Eds). *Social cognition The Ontario Symposium. Vol. 1.* Hillsdale N.J.: Erlabum.

SOTO, P. (1982) Buenos y malos ejemplos en categorías naturales. *Estudios de Psicología*, 9, 26-36.

SOTO, P.; SEBASTIAN, M.V.; GARCIA, E. y del AMO, T. (1982) *Categorización y datos normativos en España.* Madrid: Monografías del I.C.E. de la Universidad Autónoma.

SPEAR, N.E. y MILLER, R (Eds.) (1981) *Information processing in animals: memory mechanisms.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

SPENCE, K.W. (1936) The nature of discrimination learning in animals. *Psychological Review,* 77, 427-449.

SPENCE, K.W. (1937) The differential response in animals to stimuli varying within a single dimension. *Psychological Review*, 47, 271-288.

SPERLING, S.E. (1965) Reversal learning and resistance to extintion: a review of the rat literature. *Psychological Bulletin*, 63, 291-297.

SPIKER, C.C. (1970) An extension of Hull-Spence discrimination learning theory. *Psychological Review*, 77, 496-515.

STAATS, A. W. (1961) Verbal habit-families, concepts and operant conditioning of word classes. *Psychological Review*, 68, 190-204.

STADDON, J. y SIMMELHAG, V.L. (1971) The "superstition" experiment: a reexamination of its implications for the principles of reinforcement. *Psychological Review*, 78, 3-43. Trad. cast. de A. Remesar en: H. Rachlin *Comportamiento y aprendizaje*. Barcelona: Omega, 1982.

STASZEWSKI, J.J. (1988) Skilled memory and expert mental calculation. En: M.T.H. Chi; R. Glaser y M.J. Farr (Eds). *The nature of expertise* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

STERNBERG, S. (1969) The discovery of processing stages: extensions of Donders method. *Acta Psychologica,* 30, 276-315.

SWENSON, L.C. (1980) *Theories of learning.* Belmont: Wadsworth. Trad. cast. de L.N. Justo: *Teorías del aprendizaje.* Buenos Aires: Paidos, 1984.

TALYZINA, N. (1975) *Psijologiya obucheniya.* Moscú: Moscoioskova Universitate. Trad. inglesa: *The psychology of learning.* Moscú: Progress, 1981.

TARPY, R.M. (1985) *Principles of animal learning and motivation.* Scott, Foreman & Co. Trad. cast. de L. Aguado: *Aprendizaje y motivación animal.* Madrid: Debate, 1986.

TAYLOR, S.E. y CROCKER, J. (1981) Schematic bases of social information processing. En: E.T. Higgins, C.P. Hernan y M.P. Zanna (Eds.) *Social cognition.* The Ontario Symposium. Vol. 1. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

THAGARD, P. y HOLYOAK, K.J. (1985) Discovering the wave theory of sound. En: *Proceedings of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence.* Los Altos, Cal.: Kaufmann.

THORNDIKE, E.L. (1911) *Animal intelligence.* N. York: Macmillan.

THORNDIKE, E.L. (1935) *The psychology of wants, interests and attitudes.* New York: Appleton-Century.

THORNDYKE, P.W. (1984) Applications of schema theory in cognitive research. En: J.R. Anderson y S.M. Kosslyn (Eds.) *Tutorials in learning and memory.* San Francisco: Freeman and Co.

TIGHE, T.J. y TIGHE, L.S. (1969) Facilitation of transposition and reversal learning in children by prior perceptual training. *Journal of Experimental Child Psychology,* 8, 366-374.

TINBERGEN, N. (1951) *The study of instinct.* Londres: Oxford University Press. Trad. cast. de J. Almela: *El estudio del instinto.* México: Siglo XXI, 1969.

TOLMAN, E.C. (1932) *Purposive behavior in animals and men.* N. York: Century.

TOLMAN, E.C. y HONZIK, C.H. (1930) Introduction and removal of reward and maze performance in rats. *University of California Publications in Psychology,* 4, 257-275.

TOULMIN, S. (1972) *Human understanding. Volume I: The collective use and evolution of concepts.* Princeton: Princeton University Press. Trad. cast. de N. Míguez: *La comprensión humana.* Madrid: Alianza, 1977.

TRAVERS, R.M.W. (1982) *Essentials of learning. 5ª ed.* N. York: Macmillan.

TREISMAN, A.M. (1969) Strategies and models of selective attention. *Psychological Review,* 76(5), 282-299.

TUDELA, P. (1985) Procesos preatencionales y procesamiento no consciente. En: J. Mayor (Ed.) *Actividad humana y procesos cognitivos.* Madrid: Alhambra.

TULVING, E (1979) Relation between encoding specificity and levels of processing. En: L.S. Cermak y F.I.M. Craik (Eds.) *Levels of processing in human memory.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

TULVING, E. (1983) *Elements of episodic memory.* Londres: Oxford University Press.

TVERSKY, A. (1977) Features of similarity. *Psychological Review,* 84, 327-352.

TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1974) Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science,* 185, 1124-1131. Trad. cast. de J.I. Pozo en M. Carretero y J.A. García Madruga (Eds.) *Lecturas de psicología del pensamiento.* Madrid: Alianza Psicología, 1984.

TWENEY, R.D.; DOHERTY, M.E. y MYNATT, C.R. (Eds.) *(1981) On scientific thinking.* Nueva York: Columbia University Press.

de VEGA, M. (1981) Una exploración de los metapostulados de la psicología cognitiva. *Análisis y Modificación de Conducta,* 16, 345-376.

de VEGA, M. (1982) La metáfora del ordenador: implicaciones y límites. En: I. Delclaux y J. Seoane (Eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de la información.* Madrid: Pirámide.

de VEGA, M. (1982/1983) Filogénesis, adaptación y sesgos biológicos del conocimiento: una alternativa a las analogías formales. *Boletín de Psicología,* 1-2, 111-149.

de VEGA, M. (1984) *Introducción a la psicología cognitiva.* Madrid: Alianza.

de VEGA, M. (1985a) Nuevas perspectivas del procesamiento de información. *Estudios de Psicología,* 22, 3-17.

de VEGA, M (1985b) Procesamiento de información y cultura: hacia una integración teórica. En J. Mayor (Ed.) *Actividad humana y procesos cognitivos.* Madrid: Alhambra.

VOSS, J.F. (1978) Cognition and instruction: toward a cognitive theory of learning. En: A.M. Lesgold, J.W. Pellegrino, S.D. Fokkema & R. Glaser (Eds.) *Cognitive Psychology and Instruction.* N. York: Plenum Press.

VOSS, J.F. (1984) On learning and learning from text. En: H. Mandl, N.L. Stein y T. Trabasso (Eds.) *Learning and comprehension of text.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

VOSS, J.F.; TYLER, S.W. y YENGO, L.A. (1983) Individual differences in the solving of the social science problems. En: R.F. Dillon y R.R. Schmeck (Eds.) *Individual differences in cognition.* N. York: Academic Press.

deVRIES, R. (1969) Constancy of generic identity in the years three to six. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 34.

VUYK, R. (1980) *Overview and Critique of Piaget's Genetic Epistemology. (2 Vols.).* Londres: Academic Press. Trad. cast. de C. del Barrio y A. Corral. *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980 (2 Vols.)* Madrid: Alianza, 1984.

VYGOTSKII, L.S. (1926) Metodika refleksologicheskovo i psijologicheskovo issledobaniya. En: *Problemy sovremennoi psijologii.* Leningrado. Trad. cast. en *Infancia y Aprendizaje*, 1984, 27/28, 87-104.

VYGOTSKII, L.S. (1934) *Myshlenie i rech.* Trad. cast. de la ed. inglesa de M.M. Rotger: *Pensamiento y lenguaje.* Buenos Aires: La Pléyade, 1977.

VYGOTSKII, L.S. (1978) *Mind in society. The development of higher psychological process.* Cambridge, Ma.: Harvard University Press. Trad. cast. de S. Furió: *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.* Barcelona: Crítica, 1979.

WALLAS, G. (1926) *The art of thought.* N. York: Harcourt.

WALLON, H. (1945) *Les origines de la pensée chez l'enfant.* París: P.U.F. Trad. cast. de D. Douthar y otros: *Los orígenes del pensamiento en el niño.* Buenos Aires: Nueva Visión, 1976.

WASON, P.C. (1960) On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12,129-140.

WASON, P.C. (1983) Realism and rationality in the selection task. En: J.St.B.T. Evans (Ed.) *Thinking and reasoning: Psychological approaches.* Londres: Rotuledge & Kegan Paul. Trad. cast. de E. Martín en: M. Carretero y J.A. García Madruga (Eds.). *Lecturas de psicología del pensamiento.* Madrid: Alianza, 1984.

WASON, P.C. y JOHNSON-LAIRD, P.N. (1972) *Psychology of reasoning: structure and content.* Londres: Bratsford Ltd. Trad. cast. de J.A. Delval: *Psicología del razonamiento.* Madrid: Debate, 1981.

WATSON, J.B. (1913) Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20, 158-177. Trad. cast. en J.M. Gondra (Ed.) *La psicología moderna.* Bilbao: Desclée de Brouwer, 1982.

WEINER, B. (1972) *Theories of motivation: from mechanism to cognition.* Chicago: Rand Macnally.

WEINER, B. (1979) A theory of motivation for some classroom experiences. *Journal of Educational Psychology*, 71, 3-25.

WEISZ, J.R. (1983) Can I control it? The pursuit of veridical answers across the life span. En: P.B. Baltes y O.G. Brein (Eds.) *Life-span development and behavior. Vol.5* N. York: Academic Press.

WERNER, H. (1948) *Comparative psychology of mental development.* Chicago: Follet. Trad. cast. de E. Rodríguez: *Psicología comparada del desarrollo mental.* B. Aires: Paidós, 1965.

WERNER, H. y KAPLAN, A. (1950) The acquisition of words meanings: a developmental study. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 15, (1).

WERTHEIMER, M. (1912) Experimentelle studien über das sehen von bewegung. *Zeitschrift für psychologie*, 61, 121-165.

WERTHEIMER, M. (1945) *Productive thinking.* Chicago: The University of Chicago Press.

WERTSCH, J.V. (Ed.) *(1981) The concept of activity in soviet psychology.* Armonk: Sharpe.

WERTSCH. J.V. (Ed.) *(1985) Culture, communication and cognition: vygotskian perspectives.* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press. Trad. cast.: *Cultura, comunicación y cognición.* Barcelona: Paidos, 1988.

WEST, L.H.T. y PINES, A.L. (Eds.) (1985) *Cognitive structure and conceptual change.* Orlando: Academic Press.

WETHERICK, N.E. (1978) How the sins of the fathers were visited on the children: behaviourism. En: A. Burton y J. Radford (Eds). *Thinking in perspective*. Londres: Methuen. Trad. cast. de J. Fernández. *Perspectivas sobre el pensamiento*. Madrid: Alhambra, 1984.

WICKELGREN, W.A. (1979) *Cognitive psychology.* Englewood-Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

WICKELGREN, W.A. (1981) Human learning and memory. *Annual Review of Psychology,* 32, 21-52.

WILLIAMS, D.R. y WILLIAMS, H. (1969) Auto-maintenance in the pigeon: sustained pecking despite contingent non-reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 511-520. Trad. cast. en L. Aguado (Ed.) *Lecturas sobre aprendizaje animal.* Madrid: Debate, 1984.

WISER, M. y CAREY, S. (1983) When heat and temperature were one. En: D. Gentner y A. Stevens (Eds.) *Mental models.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

WITTGENSTEIN, L. (1953) *Philosophical investigations.* N. York: Macmillan.

WITTROCK, M.C. (1977) Learning as a generative process. En: M.C. Wittrock (Ed.) *Learning and instruction.* Berkeley: McCutcheon.

WITTROCK, M.C. (Ed.) (1986) *Handbook of research on teaching 3ª ed.*. N. York: Macmillan.

VON WRIGHT, G.H. (1971) *Explanation and understanding.* Cornell: Cornell University Press. Trad. cast. de L. Vega: *Explicación y comprensión.* Madrid: Alianza 1979.

YELA, M. (1980) La evolución del conductismo. *Análisis y Modificación de conducta*, 6(11-12), *197-179.*

YUSSEN, S.R. (Ed.) (1985) *The growth of reflection in children.* Orlando: Academic Press.

ZACCAGNINI, J.L. y DELCLAUX, I. (1982) Psicología cognitiva y procesamiento de información. En: I. Delclaux y J. Seoane (Eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de información.* Madrid: Pirámide.

ZADEH, L. (1965) Fuzzy sets. *Information and control*, 8, 338-353.

ZIMMERMAN, B.J. y BLOM, D.E. (1983) Toward a empirical test of the role of cognitive conflict in learning. *Developmental Review*, 3, 18-38.

ZURIFF, G.E. (1985) *Behaviorism: a conceptual reconstruction.* N. York: Columbia University Press.

ZURIFF, G.E. (1986) Précis of behaviorism: a conceptual reconstruction. *Behavioral and Brain Sciences*, 9, 687-724.

ABDI, H. 105, 108.
ABELSON, R.P. 65, 136, 137, 148.
ABRAMSON, L.Y. 36.
ACH, N. 199.
ADELSON, B. 227.
AEBLI, H. 252.
AGRE, P.E. 53.
AGUADO, L. 32, 33, 34.
AKIN, O. 227.
ALLOY, L.B. 36.
ALMARAZ, J. 20.
ALONSO TAPIA, J. 214.
ANDERSON, J.R. 33, 45, 48, 50, 105, 118, 119-135, 138, 140, 149, 150, 151, 152, 156, 160, 227, 230,
ANGLIN, J. 98.
APARICIO, J.J. 41.
ARAUJO, J. 222, 252.
ARCHENHOLD, W.F. 234, 242.
ARCHER, T. 36, 50, 59.
ARISTOTELES 18, 25, 159.
ARKES, H.R. 227.
ARMSTRONG, S. 94, 95, 108, 109, 110, 112, 114, 132, 158, 202.
ARNAU, J. 40.
ASENSIO, M. 48, 66, 142, 207, 235, 242.
ASMOLOV, A.G. 194.
AUSTIN, G.A. 40, 59, 64, 67, 77-86, 88, 89, 90.
AUSUBEL, D.P. 60, 168, 169, 191, 193, 209-222.
AVIA, M.D. 59.

BADDELEY, A.D. 47, 50.
BANDURA, A. 31, 37.
BARKER, P. 20, 22, 76.
BARSALOU, L.W. 103, 104, 111.
BARTLETT, F. 42, 56, 102, 136, 147, 166, 174.
BATTERMAN, N. 113.
BAYES, R. 20, 53.
BEACH, L.R. 97.
BEASLEY, C.M. 118, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 135.
BECK, J. 41, 176.
BEILIN, H. 27, 58.
BEREITER, C. 50, 125, 169, 219, 221.
BERKSON, W. 240.
BEVAN, W. 19, 40, 41, 42, 56, 147, 166.
BEVER, T. 32.
BHASKAR, R. 117, 227.
BHAVNANI, K.K. 107.
BICKHARD, M.H. 54, 55.
BINET, A. 41.
BIRCH, H.G. 175.
BLACKMAN, D.E. 37.
BLANCHET, A. 177.
BLOM, D.E. 178.
BOAKES, R.A. 24.
BOGOYAVLENSKII, D.N. 192, 199.
BOLC, L. 118.
BOLLES, R.C. 27, 29, 31, 32, 35.
BOLTON, N. 67, 75, 89, 104, 116, 158, 159.
BORGER, R. 48.
BORGES, J.L. 17, 65, 93.
BOTELLA, C. 19, 38.
BOTELLA, J. 47.
BOURNE, L.E. 67, 69, 71, 76, 77, 86.
BOVET, M. 177, 185.
BOWER, G.H. 20, 50, 119.
BRAINERD, C.J. 170.
BREGMAN, E. 30.
BRELAND, K. 31.
BRELAND, M. 31.
BREWER, W.F. 42, 102, 119, 137, 147.
BROADBENT, D.E. 19, 47.
BRODGEN, W.J. 28.
BROOKS, L.R. 103, 104.
BROWN, A.L. 50, 238.
BROWN, N. 36.
BRUNER, J.S. 19, 40, 46, 48, 49, 59, 64, 67, 77-86, 88, 89, 90, 197.
BRUSHLINSKII, A.V. 194.
BUÑUEL, L. 225.
BURTON, A. 173, 174, 176.
BURTON, E. 173, 174, 176.
BUSS, A. 48.

BUTTERFIELD, E. 19, 40, 41, 42, 46.
BUXTON, C.E. 19.

CAMPBELL, R.L. 54, 55.
CANTOR, G.N. 178.
CAPARROS, A. 19, 20, 24, 40, 49.
CARBONELL, J.G. 118, 148, 161, 227.
CAREY, S. 113, 146, 169, 174, 238, 239, 240, 241, 242, 250, 251.
CARRETERO, M. 19, 29, 33, 35, 36, 40, 41, 42, 44, 47, 49, 50, 52, 56, 66, 83, 88, 109, 114, 115, 142, 153, 156, 173, 174, 181, 182, 188, 190, 192, 198, 207, 227, 242, 247.
CARROLL, L. 93, 225.
CERMAK, L.S. 50.
CHADWICK, C. 222, 252.
CHAPMAN, J.P. 115.
CHAPMAN, L.J. 115.
CHASE, W.G. 129, 227, 229.
CHI, M.T.H. 20, 46, 221, 227, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 241.
CHIESI, H. 227.
CHIPMAN, S.F. 170, 198.
CHOMSKY, N. 18, 40, 53, 55, 190.
CIOFFI, F. 48.
CLAXTON, G. 60, 214, 223, 242, 246, 254.
COHEN, B.J. 95.
COHEN, G. 68, 86.
COHEN, L.J. 112, 208.
COHEN, P.R. 148.
COLE, M. 147.
COLL, C. 48, 181, 189, 196, 197.
COLLINS, A.M. 45.
COLLINS, G.C. 118, 119, 152, 157, 161.
COLWILL, R.M. 33.
CORTAZAR, J. 23, 63, 66, 165.
COSGROVE, M. 243, 252.
COTTON, J.W. 86.
CRAIK, F.I.M. 50.
CROCKER, J. 36, 114, 136, 137.
CUENA, J. 118, 226.

D'AMATO, M.F. 71.
DARWIN, CH. 55.
DAVYDOV, V.V. 194, 202, 203, 205, 208.
DEESE, J. 20.
DELCLAUX, I. 19, 40.
DEMOPOULOS, W. 54, 59, 67, 95, 206.
DENNETT, D.C. 35, 54.
DESCARTES, R. 18, 55.
DEWEY, J. 178.
DICKERSON, N.R. 75.
DICKINSON, A. 31, 32, 33, 34, 36, 51, 59, 115.
DIGES, M. 103, 104.
DILLON, R.F. 198.
DOHERTY, M.E. 174.
DOMINOWSKI, R.I. 67, 77, 86.
DRIVER, R. 180, 192, 206, 207, 219, 234, 242, 244, 246.
DUCKWORTH, E. 198.
DUNCKER, K. 41, 153, 176.

EBBINGHAUS, H. 17, 18, 26, 29, 50, 212.
EGETH, H. 20.
EINSTEIN, A. 173, 174, 183.
ELIO, R. 128, 130, 131, 135.
EKSTRAND, B.R. 67, 77, 86.
ENGELS, F. 194, 195.
ERICKSON, G. 234, 242.
ESTES, W.K. 18, 42, 49, 76, 86, 105, 108, 134.
EVENDEN, J. 36.
EXNER, J.E. 179.
EYSENCK, H.J. 28, 37.

FARR, M. 227, 241.
FARRELL, R. 135, 227.
FEIGENBAUM, E.A. 148.
FELTOVICH, P.J. 227, 232, 236, 237.
FEYNMAN, R. 39.
FIELDS, P.E. 71.
FLAVELL, J.H. 23, 64, 114, 178, 189, 230, 235, 238.
FODOR, J.A. 18, 48, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 73, 89, 116, 158, 190, 208, 219, 240.
FOWLER, H. 32.
FRAYER, D.A. 170.
FREEDMAN, M.R. 227.
FREEMAN, A. 38.
FREGE, G. 65, 66, 86, 90, 167.
FREUD, S. 178.
FREYBERG, P. 206, 207, 242.
FROUFE, M. 142.
FURNHAM, A. 65, 156, 207, 242.

GAGNE, R.M. 20, 37, 60, 119, 176.
GALILEO 174, 219.
GALLANTER, E. 42.
GARCIA, J. 30, 31.
GARCIA, R. 169, 174, 183, 184, 220, 221, 240, 249.
GARCIA MADRUGA, J.A. 19, 35, 41, 52, 56, 83, 88, 112, 115, 153, 173, 174, 192, 222.
GARDNER, H. 17, 18, 19, 40, 51.

GENTNER, D. 65, 149, 156.
GHATALA, E.S. 170.
GHOLSON, B. 20, 22, 76, 77, 86.
GIBSON, E.J. 70, 96.
GIBSON, K.J. 240.
GILBERT, J.K. 22.
GLASER, R. 20, 170, 198, 221, 227, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 241.
GLEITMAN, H. 94, 95, 108, 109, 110, 112, 114, 132, 158, 202.
GLEITMAN, L.R. 94, 95, 108, 109, 110, 112, 114, 132, 158, 202.
GOLDFARB, J. 130, 131, 132, 133.
GOOD, R. 230.
GOODMAN, D. 125, 169.
GOODNOW, J. 40, 59, 64, 67, 77-86, 88, 89, 90.
GORMAN, M.E. 88.
GOWIN, B.D. 209, 212.
GRANGER, R.H. 33.
GREENO, J.G. 227.
GROEN, G.J. 227.
DE GROOT, A. 227.
GRUBER, H.E. 174, 220, 221.
GUESNE, E. 180, 192, 206, 207, 234, 242.
GUIDANO, V.F. 59.
GUIRAUD, P. 52.
GUTHRIE, E.R. 24.

HAMMOND, L.J. 33.
HANESIAN, H. 60, 169, 191, 209, 211, 214, 215, 218.
HAROUTOUNIAN, S. 178, 181, 189.
HARLOW, H.F. 76.
HARRIS, R.J. 20.
HART, A. 118, 226, 230.
HASHWEW, M.Z. 243.
HAYES-ROTH, B. 131.
HAYES-ROTH, F. 131.
HELM, H. 232, 242.
HENLE, M. 41, 175, 176, 177.
HERACLITO 58.
HERRNSTEIN, R.S. 29.
HEWSON, M.G. 178, 241, 243, 259.
HEWSON, P.W. 136, 178, 241, 243, 251.
HILGARD, E. 19.
HILL, W. 20, 87.
HILLIS, W.A. 19.
HINDE, R.A. 31.
HINTZMAN, D.L. 50.
HITCH, G.J. 47, 50.
HOBBES, T. 18.
HOLLAND, J.H. 36, 45, 48, 102, 116, 118, 119, 147, 148-158, 159, 161, 227.
HOLYOAK, K.J. 36, 45, 48, 65, 102, 116, 118, 119, 147, 148-158, 159, 161, 227.
HOMA, D. 102, 103, 105.
HONIG, G.K. 32.
HORTON, D. 50.
HOWARD, D.V. 77.
HOZNIK, C.H. 28, 154.
HULL, C.L. 24, 27, 28, 60, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 76, 79, 90, 114, 128, 158.
HULSE, S.H. 20, 32.
HUME, D. 18, 25.
HUNT, M. 19.
HUNTER, L.E. 118, 119, 152, 157, 168.

INHELDER, B. 52, 64, 65, 114, 175, 184, 185, 187, 223, 242.

JAHODA, G. 153.
JAMES, W. 178.
JOHNSON-LAIRD, P.N. 65, 66, 83, 88, 111, 149, 156, 167.
JOYCE, B. 220, 252.
JOYCE-MONIZ, L. 59.

KAHNEMAN, D. 88, 97, 112, 115.
KAMIN, L.J. 31, 33, 154.
KANT, I. 18, 136.
KANTOR, J.R. 37.
KAPLAN, A. 170.
KARMILOFF-SMITH, A. 65, 185, 186, 187, 223, 242.
KASSIRER, J.P. 227.
KATONA, G. 173.
KAYE, K. 196, 197.
KAZDIN, A.E. 19.
KEELE, S.W. 93, 94, 102, 106.
KEIL, F.C. 109, 111, 113, 114, 116, 132, 146, 202, 206.
KELLEY, H.H. 48.
KENDLER, H.H. 20, 27, 28, 29, 31, 37, 42, 71, 73, 74, 75.
KENDLER, T.S. 31, 71, 73, 74, 75.
KESSEL, F.S. 19, 40, 41, 42, 56, 147, 166.
KIMCHI, R. 43, 45, 46.
KIMMELDORF, D. 31.
KINTSCH, W. 50, 76, 86, 134.
KLAHR, D. 20, 48, 118, 156, 161.
KLAUSMEIER, H.J. 170.
DE KLEER, J. 232.
KLINE, P.J. 118, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 135.
KNAPP, T.J. 18, 19, 40, 42.

KOELLING, R.A. 30, 31.
KOFFKA, K. 147, 180.
KÖHLER, W. 170, 171, 173, 175.
KOHONEN, T. 50.
KOYRE, A. 220.
KRECHEVSKY, I. 60, 75, 76.
KUIPERS, B. 227.
KUHN, D. 57, 188, 189.
KUHN, T.S. 18, 20, 21, 22, 25, 240, 243.

LABRADOR, F.J. 19, 38.
LACHMAN, J.L. 19, 40, 41, 42, 46.
LACHMAN, R. 19, 40, 41, 42, 46.
LAKATOS, I. 20, 21, 22, 23, 25, 27, 30, 45, 108, 182, 183, 220, 223, 240, 241, 243, 244, 247, 250, 254.
LANGER, E.J. 115, 153.
LANGLEY, P. 48, 118, 156, 161.
LARKIN, J. 227, 228, 229, 230, 236.
LASHLEY, K.S. 24, 75, 76.
LAUDAN, L. 20, 21, 108.
LAWSON, A.E. 190.
LAWTON, J.T. 215.
LEAHY, T.H. 19, 20.
LEBOWITZ, M. 161.
LEGRENZI, P. 19.
LEIBNIZ, G.W. 18.
LEONTIEV, A.N. 192, 194.
LESGOLD, A.M. 227.
LEVINE, M. 60, 76, 77, 86.
LEVY-BRUHL, L. 200.
LEWICKI, P. 47.
LEWIS, M.W. 130, 135.
LIEURY, A. 213.
LIOTTI, G. 59.
LITTLE, L. 75.
LLOYD, B.B. 23, 67, 95, 201.
DE LOACHE, J.S. 238.
LOCKE, J. 18.
LOCKHART, R.S. 50.
LOFTUS, E.F. 45.
LOGUE, A.W. 24, 28.
LOLORDO, V.M. 31.
LOPEZ VALADEZ, F. 19, 37.
LORENZ, K. 31.
LUCCIO, R. 19, 42, 56, 58, 166.
LURIA, A.R. 192, 193.

MACKENZIE, B.D. 24, 25.
MACKINTOSH, N.J. 31, 32, 33, 36, 51, 75.
MAHONEY, M.J. 38, 60.
MANDLER, G. 20, 46, 47.
MARCEL, A. 47.
MARCHESI, A. 57.
MARRAS, A. 67, 95, 206.
MARTIN, J. 136.
MARTIN CORDERO, J.I. 54, 222.
MARX, M.H. 19, 20.
MAYER, R.E. 41, 173.
MAYOR, J. 19, 38, 40.
MCCAULEY, R.N. 103.
MCCLELLAND, J.L. 45, 118, 119, 134, 150, 156, 160.
MCDERMOTT, J. 227, 228, 229.
MCDERMOTT, L.J. 246.
MEDIN, D.L. 23, 66, 67, 76, 91, 95, 101, 102, 103, 104, 105, 111, 131, 133, 168.
MENCHINSKAYA, N.A. 192, 199.
MENDOZA, E. 90.
MERVIS, C.B. 67, 91, 96, 98, 99, 100, 111.
MEYER, B.J.F. 227.
MICHALSKI, R.S. 118, 148, 161.
MICHELLA, J.L. 48.
MILLER, G.A. 40, 42, 46, 65, 66, 111, 167.
MILLER, J. 19.
MILLER, R. 32, 36.
MILLS, C.B. 50.
MILLWARD, R.B. 102, 105, 108.
MINSKY, M.L. 136, 137.
MISCHEL, T. 189.
MITCHELL, T.M. 118, 148, 161.
MODGIL, C. 19.
MODGIL, S. 19.
MOREIRA, M. 222.
MORENO, A. 47, 184, 206, 207.
MORENO, M. 220, 240, 246.
MUMPOWER, J.L. 118.
MURPHY, G.L. 65, 89, 95, 110, 115, 159, 160, 167, 168, 227, 242.
MURRAY, F.B. 178.
MUSH. 215.
MYNATT, C.R. 174.

NABOKOV, V. 106, 117.
NAKAMURA, G. 42, 102, 119, 137, 147.
NECHES, R. 48, 118, 156, 161.
NEIMARK, E. 111, 112, 202.
NEISSER, U. 19, 41, 56, 67, 91, 94, 95, 111, 167, 176, 201, 202, 206.
NELSON, K. 131, 136.
NEVES, D.M. 127.
NEWELL, A. 40, 48, 50, 51, 117, 122, 134, 160, 176.
NEWTON, I. 183, 234, 239.
NILSSON, L.G. 36, 50, 59.
NISBETT, R.E. 36, 45, 48, 88, 102, 112, 115, 116, 118, 119, 147, 148-158,

159, 161, 227.
NORMAN, D.A. 19, 41, 50, 118, 119, 136-148, 157, 160, 161, 226, 245.
NOVAK, J.D. 60, 168, 191, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 222, 234, 242.
NOVICK, S. 242, 243.
NUSSBAUM, J. 242, 243.

O'DONNELL, J. 24.
OLDHAM, C. 242, 244.
ORTONY, A. 137, 138, 139.
OSBORNE, R. 206, 207, 242, 243, 244, 252.
OSGOOD, CH.E. 31, 37, 71, 73.
OSHERSON, D.N. 109, 110, 111, 114.
OVERTON, W.F. 20, 22, 57, 59.

PALACIOS, J. 57, 198.
PALMER, S.E. 43, 45, 46.
PARDO, A. 214.
PARMENIDES 58.
PASCUAL-LEONE, J. 50, 125, 134, 147, 169, 222.
PATEL, V.L. 227.
PAVLOV, I.P. 24, 52, 192, 193.
PAYNTER, W.E. 33, 36.
PEIRCE, CH. 116, 135, 153, 159.
PERAITA, H. 111.
PEREZ ECHEVERRIA, M.P. 36, 52, 114, 115.
PEREZ GOMEZ, A. 20.
PEREZ PEREIRA, M. 57, 193.
PERINAT, A. 196, 197.
PIAGET, J. 41, 42, 47, 51, 52, 55, 56, 58, 60, 63, 64, 114, 136, 147, 166, 169, 174, 177-191, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 200, 206, 207, 210, 212, 214, 217, 220, 221, 222, 226, 240, 246, 247, 249, 250.
PIATELLI-PALMARINI, M. 22, 55.
PINILLOS, J.L. 20, 41, 48.
PIROLLI, P. 135, 227.
PISKOPPEL, A.A. 220, 221.
PLATON 17, 54, 55.
POPPER, K.R. 20, 21, 240.
POSNER, G.J. 136, 242, 243, 244.
POSNER, M.I. 19, 40, 45, 47, 93, 94, 102, 106.
POSTMAN, L. 50.
POSTMAN, N. 214.
POZO, J.I. 35, 36, 48, 52, 66, 89, 109, 113, 142, 156, 181, 182, 207, 219, 220, 227, 232-236, 239, 240, 245, 247, 250.
PRIBRAM, K.H. 42.
PUTNAM, H. 159.
PYLYSHYN, Z. 29, 43, 54, 59, 67.

QUILLIAN, M.R. 45.
QUINE, R. 159.

RACHLIN, H. 20, 31, 37.
RADZIKHOVSKII, L.A. 194.
RAHMANI, L. 199.
RAIMY, V.E. 59.
REED, S.K. 97, 107, 108.
REES, E.T. 20, 46, 221, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 237, 238.
REES, H.W. 57.
REITMAN, J.S. 50.
RESCORLA, R.A. 32, 33, 34, 35, 51, 154.
RESNICK, L. 176, 251.
RESTLE, F. 76.
REVUSKY, S. 28, 29, 34, 35.
REY, G. 159.
RIBES, E. 19, 24, 37.
RICHARDS, D.D. 130, 131, 132, 133.
RICHARDSON, K. 107.
RICHELLE, M. 160.
RILEY, D.A. 36.
RIPS, L.J. 106.
RIVIERE, A. 19, 23, 41, 42, 48, 49, 50, 54, 56, 190, 191, 192, 195, 196, 197, 198.
ROBACK, A.A. 24.
ROBERTSON, L.C. 41, 176.
ROBINSON, D.N. 18, 19.
ROEDIGER, H.L. 45.
ROGERS, C. 214.
ROITBLAT, H.L. 27, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 75, 76.
RORSCHACH, H. 179.
ROSCH, E. 23, 67, 90, 91, 94, 95-101, 107, 108-116, 131, 158, 192, 201, 205, 221, 234.
ROSEMBLOOM, P. 134, 160.
ROSENTHAL, T.L. 37.
ROSS, L. 36, 88, 112, 115.
ROTHBLAT, L.A. 75.
ROWELL, J.A. 22.
ROZEBOOM, W.W. 28, 71.
RUIZ VARGAS, J. 47.
RUMELHART, D.E. 45, 102, 118, 119, 134, 136-148, 150, 156, 157, 160, 161, 245.
RUSSELL, B. 173.
RUSSELL, J. 35, 42, 50, 51, 53, 55, 165, 189, 240.
RYLE, G. 121

SAHAKIAN, W.S. 20.
SAKHAROV, L.S. 199.
SALTIEL, E. 174.
SALTZ, E. 170.
SAUERS, R. 135, 227.
SAUNDERS, R.A. 215.
SCHAFFER, M.M. 103, 131.
SCHANK, R.C. 65, 118, 119, 136, 127, 148, 152, 157, 161.
SCHLIMMER, J.J. 33.
SCHNEIDER, W. 47, 127.
SCHOLNICK, E.K. 67, 95, 167, 201, 206.
SEARLE, J. 47, 48, 49, 52, 53, 68, 116, 196.
SEBASTIAN, M.V. 50, 111.
SECHENOV, I. 192.
SEGAL, J.W. 170, 198.
SELIGMAN, M.E.P. 29, 31, 34, 36.
SEOANE, J. 19, 37, 56, 103, 104.
SHANKS, D. 36.
SHANNON, C. 40, 52.
SHAW, J.C. 40.
SHIFFRIN, R.M. 47, 127.
SHOBEN, E.J. 106.
SHUELL, T.J. 20, 46, 118.
SHULMAN, G.L. 19, 40.
SIEGLER, R.S. 20, 118.
SIERRA, B. 102, 119, 137, 142.
SIGEL, I.E. 41, 170.
SIGUAN, M. 41, 191.
SIMMELHAG, V.L. 31.
SIMON, D.P. 227, 228, 229.
SIMON, H.A. 19, 30, 40, 48, 51, 117, 122, 129, 227, 228, 229.
SINCLAIR, H. 177, 184.
SKINNER, B.F. 19, 24, 25, 27, 29, 31, 37, 48, 53, 70, 71, 157, 210.
SLAMECKA, N.J. 18.
SLOVIC, P. 88, 112.
SMITH, E.E. 23, 66, 67, 91, 95, 101, 102, 105, 106, 109, 110, 111, 114, 133.
SNYDER, M. 89.
SOCRATES 17, 71.
SOTO, P. 111.
SPEAR, N.E. 32, 36.
SPENCE, K.W. 60, 70, 74, 76, 114, 158.
SPERLING, S.E. 75.
SPIKER, C.C. 114.
SPILICH, G.J. 227.
STAATS, A.W. 71, 72, 73.
STADDON, J. 31.
STAFFORD, A. 88.
STASZEWSKI, J.J. 227.
STERNBERG, R.J. 45, 198.
STEVENS, A.L. 65, 149, 156.
STEVENSON-HINDE, J. 31.
SWENSON, L.C. 20.
SWIFT, D.J. 22.

TABACHNIK, N. 36.
TALYZINA, N. 192, 194.
TARPY, R.M. 31, 32, 33, 60, 75, 76.
TAYLOR, S.E. 136, 137.
TERRACE, H.S. 32.
THAGARD, P.R. 36, 45, 48, 102, 116, 118, 119, 147, 148-158, 159, 161, 227.
THORNDIKE, E.L. 31, 134.
THORNDYKE, P.W. 136, 137.
TIBERGHIEN, A. 180, 192, 206, 207, 234, 242.
TIGHE, L.S. 75.
TIGUE, T.J. 75.
TINBERGEN, N. 31.
TOLMAN, E.C. 24, 28, 33, 48, 71, 76, 154.
TOLSTOI, L. 201.
TOULMIN, S. 55, 190.
TRAVERS, R.M.W. 20.
TREISMAN, A.M. 47.
TUDELA, P. 47.
TULVING, E. 103, 131.
TURING, A. 43, 48.
TVERSKY, A. 88, 97, 106, 107, 112, 115.
TWENEY, R.D. 174.
TYLER, S.W. 227.

VALLE-INCLAN, R.M. 47.
DE VEGA, M. 19, 29, 40, 43, 46, 50, 56, 96, 105, 112, 120, 137, 138, 139, 145, 147, 173, 208.
VIENNOT, L. 174.
VOSS, J.F. 51, 56, 118, 166, 227.
DE VRIES, R. 114.
VUYK, R. 177, 181, 189.
VYGOTSKII, L.S. 41, 42, 47, 51, 56, 58, 60, 166, 167, 169, 176, 191-209, 212, 215, 217, 219, 221, 222, 223, 241, 242, 252.

WALLAS, G. 174.
WALLON, H. 200.
WASON, P.C. 83, 88, 136.
WATSON, J.B. 24, 27, 170.
WEIL, M. 220, 252.
WEINER, B. 214.
WEINGARTNER, C. 214.
WEISZ, J.R. 36.
WELBANK, M. 226.
WERNER, H. 169, 200.

WERTHEIMER, M. 169, 170, 172, 173, 174, 175, 184, 186, 219, 221.
WERTSCH, J.V. 41, 191, 194.
WEST, L.H.T. 181, 206, 234, 243.
WETHERICK, N.E. 71.
WETTERSTEN, J. 240.
WICKELGREN, W.A. 50, 66, 105, 114.
WILLIAMS, D.R. 31.
WILLIAMS, H. 31.
WILSON, W.A. 75.
WISER, M. 174, 240.
WITTGENSTEIN, L. 90, 93.
WITTROCK, M.C. 170, 198, 242, 243, 244.
VON WRIGHT, G.H. 48.
WRIGHT, J.C. 89, 160, 227, 242.
WUNDT, W. 18.

YELA, M. 24, 28, 30.
YENGO, L.A. 227.
YOERG, S.I. 36.
YUSSEN, S.R. 207, 242.
ZACCAGNINI, J.L. 40.
ZADEH, L. 66, 93.
ZAPOROZHETS, A.V. 192.
ZIMMERMAN, B.J. 37, 178.
ZIPSER, D. 118, 119.
ZURIFF, G.E. 19, 24, 27, 28, 37.

Otras obras de Ediciones Morata de interés

Apple, M. W.: *Política cultural y educación,* 1996.
——— **y Beane, J. A.:** *Escuelas democráticas,* 1997.
Ball, S.: *Foucault y la educación,* (3.ª ed.), 1997.
Bernstein, B.: *La estructura del discurso pedagógico,* (3.ª ed.), 1997.
Bruner, J.: *Desarrollo cognitivo y educación,* (2.ª ed.), 1995.
Carr, W.: *Una teoría para la educación,* 1996.
Connell, R. W.: *Escuelas y justicia social,* 1997.
Contreras, J.: *La autonomía del profesorado,* 1997.
Cook, T. D. y Reichardt, Ch.: *Métodos cualitativos y cuantitativos en inv. eval.,* (3.ª ed.), 1997.
Dewey, J.: *Democracia y educación,* (2.ª ed.), 1997.
Donaldson, M.: *Una exploración de la mente humana,* 1996.
Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A.: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia,* (3.ª ed.), 1996.
Elliott, J.: *La investigación-acción en educación,* (3.ª ed.), 1997.
——— *El cambio educativo desde la investigación-acción,* (2.ª ed.), 1996.
Fernández Pérez, M.: *Evaluación y cambio educativo,* (4.ª ed.), 1995.
Field, T.: *Primera infancia,* 1996.
Freinet, C.: *La escuela moderna francesa...,* 1996.
Gimeno Sacristán, J.: *El* curriculum: *una reflexión sobre la práctica,* (6.ª ed.), 1997.
——— *La transición a la educación secundaria,* (2.ª ed.), 1997.
——— **y Pérez Gómez, A. I.:** *Comprender y transformar la enseñanza,* (6.ª ed.), 1997.
González Portal, M. D.: *Conducta prosocial,* (2.ª ed.), 1995.
——— *Dificultades en el aprendizaje de la lectura,* (4.ª ed.), 1997.
Grundy, S.: *Producto o praxis del* curriculum, (2.ª ed.), 1994.
Hegarty, S.: *Aprender juntos: la integración escolar,* (2.ª ed.), 1994.
Hicks, D.: *Educación para la paz,* 1993.
Jackson, Ph. W.: *La vida en las aulas,* (4.ª ed.), 1996.
Kemmis, S.: *El* curriculum: *más allá de la teoría de la reproducción,* (2.ª ed.), 1993.
Liston, D. P. y Zeichner, K. M.: *Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización,* (2.ª ed.), 1997.
Loughlin, C. E. y Suina, J. H.: *El ambiente de aprendizaje,* (4.ª ed.), 1997.
Lundgren, U. P.: *Teoría del* curriculum *y escolarización,* (2.ª ed.), 1997.
Newman, D., Griffin, P. y Cole, M.: *La zona de construcción del conocimiento,* (2.ª ed.), 1996.
Perrenoud, J.: *La construcción del éxito y del fracaso escolar,* (2.ª ed.), 1996.
Popkewitz, Th. S.: *Sociología política de las reformas educativas,* (2.ª ed.), 1997.
Stenhouse, J.: *Investigación y desarrollo del* curriculum, (4.ª ed.), 1997.
——— *La investigación como base de la enseñanza,* (3.ª ed.), 1996.
Tann, C. S.: *Diseño y desarrollo de unidades didácticas,* (2.ª ed.), 1993.
Torres, J.: *El* curriculum *oculto,* (5.ª ed.), 1996.
——— *Globalización e interdisciplinariedad,* (2.ª ed.), 1996.
Tyler, W.: *Organización escolar,* (2.ª ed.), 1996.
Usher, R. y Bryant, I.: *La educación de adultos...,* (2.ª ed.), 1997.
VV.AA.: *Volver a pensar la educación* (2 vols.), 1995.
Walker, R.: *Métodos de investigación para el profesorado,* (2.ª ed.), 1997.